

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**PROPOSTA DE MELHORIAS PARA A FASE DE PROJETOS DE
EDIFICAÇÕES PÚBLICAS SOB O FOCO DA
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: Estudo de caso de um edifício
de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o
sistema de certificação LEED**

CURITIBA

2012

ROBERTO CALDEIRA DA SILVA

PROPOSTA DE MELHORIAS PARA A FASE DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS SOB O FOCO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: Estudo de caso de um edifício de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Construção Civil – Área de Concentração: Ambiente Construído e Gestão

Orientadora: Prof. Dr^a. Adriana de Paula Lacerda Santos.

Co-orientador: Prof. PhD. Mauro Lacerda Santos Filho

CURITIBA

2012

Silva, Roberto Caldeira da

Proposta de melhorias para a fase de projetos de edificações públicas sob o foco da sustentabilidade ambiental: estudo de caso de um edifício de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED / Roberto Caldeira da Silva. – Curitiba, 2012.

174 f.: il., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil.

Orientadora: Adriana de Paula Lacerda Santos

Coorientador: Mauro Lacerda Santos Filho

1. Edifícios públicos. 2. Edificações sustentáveis. I. Santos, Adriana de Paula Lacerda. II. Santos Filho, Mauro Lacerda. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD: 720.47

TERMO DE APROVAÇÃO

ROBERTO CALDEIRA DA SILVA

PROPOSTA DE MELHORIAS PARA A FASE DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS SOB O FOCO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: Estudo de caso de um edifício de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Área de Concentração: Ambiente Construído e Gestão, Setor de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:


Profª Drª Adriana de Paula Lacerda Santos

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, UFPR

Co-orientador:


Profº Drº Mauro Lacerda Santos Filho

Departamento de Construção Civil, UFPR

Examinadores:


Profº Drº Sergio Scheer

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, UFPR


Profº Drº Cezar Augusto Romano

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Curitiba, 04 de abril de 2012

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Roseli e Hamilton, pelo apoio e incentivo para conclusão de mais uma etapa em minha vida.

À minha orientara Prof^a Adriana, pela orientação e dedicação para realização deste trabalho.

Ao Prof^o Mauro Lacerda, pela atenção e consideração.

À professora e amiga Márcia Keiko Ono Adriazola, pelo incentivo.

À colega de trabalho e amiga Rafaela Antunes Fortunato, pela valiosa ajuda.

Ao IFES, por permitir a realização do estudo de campo.

Aos meus amigos e familiares, pelos momentos de lazer e descontração.

RESUMO

Uma edificação pública sustentável é aquela concebida levando-se em consideração critérios que possibilitem a eficiência energética, o uso racional da água, a facilidade de manutenção, a durabilidade e o conforto ambiental dos usuários. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar a sustentabilidade ambiental das edificações de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), localizada na cidade de Curitiba-PR, sob o enfoque do sistema de certificação LEED. Esta pesquisa justifica-se pela necessidade de redução dos impactos causados ao meio ambiente pela construção de edificações públicas. A estratégia adotada para a pesquisa foi o estudo de caso e a coleta dos dados foi realizada por meio da aplicação de um *checklist*, onde foi possível verificar o enquadramento da edificação com relação às categorias constantes do sistema de certificação LEED. Para finalizar o trabalho apresenta-se um estudo contendo propostas de melhorias para que as futuras edificações da IFES sejam concebidas considerando critérios de desempenho ambiental.

Palavras-chave: certificação LEED, sustentabilidade ambiental, edificação pública

ABSTRACT

A sustainable public building is designed to take be function with efficient energy, water conservation, easy maintenance, durability and environmental comfort of users. The aim of this study is assess the environmental sustainability of buildings at the brazilian university, located in Curitiba-PR, under the approach of LEED certification system. This research is justified by the need to reduce the environmental impacts caused by construction of public buildings. The strategy for this research was the case study and data collection was performed by applying a checklist. It was possible to check the composition of the building as categories listed in the LEED certification system. Finally the paper presents a study with proposals for improvements for future buildings design based on criteria for environmental performance.

Keywords: LEED certification, environmental sustainability, public building

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE.....	34
FIGURA 02 - CICLO DE VIDA DAS EDIFICAÇÕES.....	37
FIGURA 03 – EXEMPLO DE EDIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL.....	44
FIGURA 04 – MODELO DE ETIQUETA PARA CLASSIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO EDIFÍCIO.....	49
FIGURA 05 – RELAÇÃO DE ITENS AVALIADOS NA CERTIFICAÇÃO AQUA.....	50
FIGURA 06 – NÍVEL MÍNIMO DE DESEMPENHO PARA A CERTIFICAÇÃO AQUA.....	51
FIGURA 07 – LOGOMARCA DO SELO CASA AZUL NÍVEIS OURO, PRATA E BRONZE.....	57
FIGURA 08 – CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	73
FIGURA 09 – NATUREZA DA PESQUISA.....	75
FIGURA 10 – ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	75
FIGURA 11 – ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	77
FIGURA 12 – DESENVOLVIMENTO DO PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS.....	79
FIGURA 13 - FOTOGRAFIA DA EDIFICAÇÃO (SITUAÇÃO ATUAL).....	85
FIGURA 14 - IMPLANTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO NO CAMPUS ECOVILLE COM TODO PLANO DIRETOR REALIZADO.....	86
FIGURA 15 – FOTOGRAFIA DO CANTEIRO DE OBRAS NA ETAPA DE INÍCIO DA CONSTRUÇÃO DA EDIFICAÇÃO.....	89
FIGURA 16 – FOTOGRAFIA DA ETAPA DE MONTAGEM DA ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA.....	90
FIGURA 17 – FOTOGRAFIA AÉREA DO CAMPUS EM OUTUBRO DE 2011, DEMONSTRANDO A REGIÃO ONDE ESTÁ INSERIDA E A INFRAESTRUTURA URBANA LOCAL.....	91
FIGURA 18 - FOTOGRAFIA AÉREA DA IMPLANTAÇÃO DO BLOCO B NO CAMPUS ECOVILLE, MARÇO DE 2010 DURANTE AS OBRAS.....	92
FIGURA 19 – FOTOGRAFIA AÉREA DA OCUPAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES NO TERRENO MOSTRANDO AS POUCAS ÁREAS EXTERNAS EXISTENTES.....	93
FIGURA 20 – CAPTAÇÃO E CONDUÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS.....	93

FIGURA 21 – MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA.....	96
FIGURA 22 – GRÁFICO ILUSTRATIVO DO CONSUMO PERCENTUAL DE ÁGUA POTÁVEL E NÃO POTÁVEL DE EDIFICAÇÕES.....	96
FIGURA 23 – DETALHE DE PROJETO DO CORTE DAS CISTERNAS DO BLOCO B, CONSTANDO A CISTERNA 3 PARA ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DE CAPTAÇÃO DA CHUVA.....	97
FIGURA 24 – DETALHE DE PROJETO DO CORTE CAIXA D'ÁGUA DO BLOCO B, CONSTANDO AS DUAS CÉLULAS DA CAIXA D'ÁGUA, NÃO HAVENDO A ESPECIFICAÇÃO PARA ÁGUA NÃO POTÁVEL.....	98
FIGURA 25 – DETALHE DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO DOS BANHEIROS MOSTRANDO A CAPTAÇÃO DAS ÁGUAS CINZA CLARAS (LAVATÓRIOS) E NEGRAS (VASOS) NO MESMO TUBO COLETOR 100MM.....	99
FIGURA 26 – FOTOGRAFIA DA TORNEIRA DE PRESSÃO SEM AREJADOR OU PULVERIZADOR.....	100
FIGURA 27 – FOTOGRAFIA DOS APARELHOS SANITÁRIOS.....	101
FIGURA 28 – FOTOGRAFIA DAS TELHAS E DA COBERTURA.....	109
FIGURA 29 – EFEITO DA VENTILAÇÃO CRUZADA NOS AMBIENTES DE SALAS DE AULA.....	116
FIGURA 30 – FOTOGRAFIA DO PISO VINÍLICO.....	117
FIGURA 31 – FOTOGRAFIA DA PORTA DOS SANITÁRIOS FABRICADA EM MADEIRA LAMINADA COMPOSTA.....	118
FIGURA 32 – INSOLAÇÃO EM SALA DE AULA DA EDIFICAÇÃO.....	119
FIGURA 33 – VISTA DA EDIFICAÇÃO VALORIZANDO AS JANELAS.....	120
FIGURA 34 – SIMULAÇÃO DA VISTA DA EDIFICAÇÃO NA SITUAÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL.....	127
FIGURA 35 – CANTEIRO DE OBRAS SUSTENTÁVEL.....	130
FIGURA 36 – ESQUEMA DOS ELEMENTOS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	132
FIGURA 37 - DISPOSITIVO DE DESCARTE DE SÓLIDOS PARA ÁREAS DE CAPTAÇÃO DE ATÉ 1500M², MODELO VF-6.....	133
FIGURA 38 – EXEMPLO ESQUEMÁTICO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA.....	133
FIGURA 39 – SISTEMA DE DESINFECÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA E DE REUSO, DESENVOLVIDO PELA EMBRAPA.....	134

FIGURA 40 – DESENHO ESQUEMÁTICO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	135
FIGURA 41 – SISTEMA DE SINALIZAÇÃO PARA EVITAR O CONSUMO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL.....	135
FIGURA 42 – DETALHE DE PROJETO DO RESERVATÓRIO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS OU DE REUSO.....	136
FIGURA 43 – DEPÓSITO, AO LADO BARRILETE, LOCAL ONDE APRESENTA POSSIBILIDADE DE INSTALAÇÃO DE 2 CAIXAS D'ÁGUA DE FIBRA DE VIDRO COM CAPACIDADE DE 10.000 LITROS CADA.....	136
FIGURA 44 – EXEMPLO DE CAIXA D'ÁGUA DE FIBRA DE VIDRO.....	137
FIGURA 45 – DETALHE DE PROJETO DOS BANHEIROS DO PAVIMENTO TÉRREO DA EDIFICAÇÃO, CONTENDO 18 VASOS SANITÁRIOS E 21 TORNEIRAS.....	137
FIGURA 46 – FILTRO DE MÚLTIPLAS CAMADAS UTILIZADO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS.....	139
FIGURA 47 – COMPOSIÇÃO SETORIAL DO CONSUMO DE ELETRICIDADE EM 2004.....	142
FIGURA 48 – LUMINÁRIAS DE SOBREPOR COM LÂMPADAS FLUORESCENTES.....	143
FIGURA 49 – FOTOGRAFIA DA ILUMINAÇÃO DA BIBLIOTECA E SALA DE AULA.....	143
FIGURA 50 – FOTOGRAFIA DA ILUMINAÇÃO DO AUDITÓRIO COM LUMINÁRIAS FLUORESCENTES.....	144
FIGURA 51 – DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS COM LÂMPADAS TIPO FLUORESCENTES NO AUDITÓRIO.....	144
FIGURA 52 – DIAGRAMA DO ÍNDICE DE ILUMINAÇÃO DO AUDITÓRIO....	145
FIGURA 53 – SIMULAÇÃO DAS LUMINÁRIAS COM LÂMPADAS TIPO LED NO AUDITÓRIO.....	146
FIGURA 54 – DIAGRAMA DO ÍNDICE DE ILUMINAÇÃO PARA LÂMPADAS TIPO LED DO AUDITÓRIO.....	147
FIGURA 55 – EXEMPLO DE MATRIZ PARA ESPECIFICAÇÃO DE TELHA PARA PROJETOS SUSTENTÁVEIS.....	150
FIGURA 56 - ELEVAÇÃO DA EDIFICAÇÃO (ESTUDO DE CASO) PROPOSTA COM BRISES.....	152

FIGURA 57 - EFEITO DA VENTILAÇÃO CRUZADA NAS SALAS DE AULA DO BLOCO.....	152
FIGURA 58 - INSOLAÇÃO EM SALA DE AULA DO BLOCO.....	153

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - PRINCIPAIS EVENTOS AMBIENTAIS.....	32
QUADRO 02 - PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS EDIFICAÇÕES.....	39
QUADRO 03 – REQUISITOS DE DESEMPENHO PARA AS EDIFICAÇÕES.....	42
QUADRO 04 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO LEED.....	54
QUADRO 05 – CHECKLIST DE AVALIAÇÃO DO LEED	55
QUADRO 06 – CHECKLIST DE AVALIAÇÃO DO LEED (CONT.).....	56
QUADRO 07 – NÍVEIS DE GRADAÇÃO DO SELO CASA AZUL.....	59
QUADRO 08 – RESUMO CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO SELO CASA AZUL CAIXA.....	61
QUADRO 09 – CRITÉRIO PARA ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO.....	62
QUADRO 10 – CATEGORIAS PARA ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO.....	64
QUADRO 11 – NÍVEL DE PRECISÃO DE PROJETOS.....	71
QUADRO 12 – EXEMPLO DE FONTES DE EVIDENCIA PARA TRIANGULAÇÃO DOS DADOS.....	81
QUADRO 13 – REPRESENTAÇÃO PERCENTUAL DE CADA CATEGORIA DO LEED-NC EM RELAÇÃO A PONTUAÇÃO TOTAL.....	87
QUADRO 14 – CATEGORIA ESPAÇO SUSTENTÁVEL.....	88
QUADRO 15 – PONTUAÇÃO ATINGIDA.....	94
QUADRO 16 – CATEGORIA USO RACIONAL DA ÁGUA.....	95
QUADRO 17 – CATEGORIA ENERGIA E ATMOSFERA.....	103
QUADRO 18 – PONTUAÇÃO ATINGIDA.....	106
QUADRO 19 – CATEGORIA MATERIAIS E RECURSOS.....	107
QUADRO 20 – PONTUAÇÃO ATINGIDA.....	114
QUADRO 21 – CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA.....	115
QUADRO 22 – PONTUAÇÃO ATINGIDA.....	120
QUADRO 23 – CATEGORIA INOVAÇÃO E PROCESSO DO PROJETO.....	121
QUADRO 24 – CATEGORIA CRÉDITOS REGIONAIS.....	122
QUADRO 25 – PONTUAÇÃO ATINGIDA.....	123
QUADRO 26 – RESUMO DO RESULTADO DA AVALIAÇÃO DO LEED-NC....	124

QUADRO 27 – PRINCIPAIS COMPONENTES ECONOMIZADORES DE	
ÁGUA.....	141
QUADRO 28 – RECOMENDAÇÕES PARA EDIFICAÇÕES MAIS	
SUSTENTÁVEIS.....	154
QUADRO 29 – RESUMO DA PONTUAÇÃO COM AS RECOMENDAÇÕES DE	
MELHORIAS.....	156

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 – NÚMERO DE EMPREENDIMENTOS COM CERTIFICAÇÃO LEED NO BRASIL.....	26
GRÁFICO 02 – PERCENTUAL DE CERTIFICAÇÃO LEED POR TIPOLOGIA DO EMPREENDIMENTO.....	27
GRÁFICO 03 – APRESENTAÇÃO DAS RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO.....	125

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA POR SETOR DO BRASIL.....	46
TABELA 02 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL POR SETOR.....	47
TABELA 03 – ITENS SELECIONADOS DA PLANILHA LICITADA QUE REPRESENTAM A MAIOR PARTE DO VOLUME DA EDIFICAÇÃO.....	110
TABELA 04 – RELAÇÃO DOS INSUMOS QUE COMPÕEM OS ITENS DE MAIOR REPRESENTATIVIDADE EM TERMOS DE VOLUME TOTAL DA EDIFICAÇÃO.....	111
TABELA 05 – VALORES REFERENCIAIS DE CONSUMO DE ÁGUA NO SERVIÇO PÚBLICO.....	140

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANNEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica
AQUA – Alta Qualidade Ambiental
APO – Avaliação Pós-Ocupacional
CEF – Caixa Econômica Federal
CIB - *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*
CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura
DOF – Documento de Origem Florestal
GBC – *Green Building Council*
IFES – Instituição Federal de Ensino Superior
IN – Instrução Normativa
INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO – *International Standard Organization*
LEED – *Leadership in Energy and Enviromental Desing*
ONG – Organização Não-Governamental Sem Fins Lucrativos
MME – Ministério do Meio Ambiente
NBR – Norma Técnica Brasileira
NC – *New Construction*
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem
PGRCC - Programa de Gerenciamento de Resíduo de Construção Civil
PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
REUNI – Programa de Reestruturação das Universidades Federais
TCU – Tribunal de Contas da União
USP – Universidade de São Paulo
USGBC - United States Green Building Council
UV – Ultra Violeta

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	22
1.2	OBJETIVO GERAL.....	23
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1.4	JUSTIFICATIVA.....	24
1.4.1	Quanto à Sustentabilidade Ambiental.....	25
1.4.2	Quanto à Viabilidade Financeira.....	27
1.4.3	Quanto aos Aspectos Ambientais.....	28
1.4.4	Quanto aos Fatores Sociais.....	29
1.5	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	29
1.6	ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	30
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	31
2.1	SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.....	31
2.1.1	Ciclo de Vida das Edificações.....	36
2.1.2	Edifício de Alto Desempenho.....	39
2.2	CERTIFICAÇÕES DE DESEMPENHO AMBIENTAL.....	44
2.2.1	Sistema Procel.....	45
2.2.1.1	Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas.....	47
2.2.2	Sistema AQUA.....	49
2.2.3	Sistema LEED.....	52
2.2.4	Selo Casa Azul da CAIXA.....	57
2.3	COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL.....	62
2.4	LEGISLAÇÃO APLICADA A EDIFICAÇÕES PÚBLICAS.....	65
2.4.1	Instrução Normativa Nº 01, de 19 de janeiro de 2010.....	65
2.4.2	Licitação.....	67
2.4.3	Projeto Básico.....	69

3.	MÉTODO DE PESQUISA.....	72
3.1	UNIDADE DE ANÁLISE.....	72
3.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	72
3.3	NATUREZA DA PESQUISA.....	74
3.4	ESTRATÉGIA DA PESQUISA.....	74
3.5	ETAPAS DA PESQUISA.....	76
3.5.1	Primeira Etapa: Pesquisa Bibliográfica.....	78
3.5.2	Segunda Etapa: Estudo de Campo.....	78
3.5.2.1	Escolha da Instituição Para Estudo.....	78
3.5.2.2	Desenvolvimento do Protocolo de Dados.....	79
3.5.2.3	Coleta de Dados: Fontes de Evidência.....	79
3.5.2.4	Análise dos Dados do Estudo de Campo.....	80
3.5.2.5	Validade dos Dados.....	80
3.5.3	Terceira Etapa: Conclusões e Recomendações.....	83
4.	RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS DO ESTUDO DE CASO.....	84
4.1	APRESENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO ESTUDO DE CASO.....	84
4.2	AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DA EDIFICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	86
4.2.1	Espaço Sustentável.....	87
4.2.1.1	Análise <i>in loco</i> e verificação de projeto.....	88
4.2.1.2	Pontuação Atingida.....	94
4.2.2	Uso Racional da Água.....	95
4.2.2.1	Análise <i>in loco</i> e verificação de projeto.....	95
4.2.2.1.1	Aproveitamento da água de chuva.....	97
4.2.2.1.2	Reuso da Água.....	97
4.2.2.1.3	Componentes Economizadores de Água.....	100
4.2.2.2	Pontuação atingida.....	102
4.2.3	Energia e Atmosfera.....	103
4.2.3.1	Análise <i>in loco</i> e verificação de projeto.....	103
4.2.3.2	Pontuação Atingida.....	105
4.2.4	Materiais e Recursos.....	107

4.2.4.1	Análise <i>in loco</i> e verificação de projeto.....	108
4.2.4.2	Pontuação Atingida.....	113
4.2.5	Qualidade Ambiental Interna.....	114
4.2.5.1	Análise <i>in loco</i> e verificação de projeto.....	115
4.2.5.2	Pontuação Atingida.....	120
4.2.6	Inovação e Processo do Projeto.....	121
4.2.6.1	Análise <i>in loco</i> e verificação de projeto.....	121
4.2.6.2	Pontuação Atingida.....	122
4.2.7	Créditos Regionais.....	122
4.2.7.1	Análise <i>in loco</i> e verificação de projeto.....	122
4.2.7.2	Pontuação Atingida.....	123
4.3	RESULTADO DA AVALIAÇÃO REALIZADA NO ESTUDO DE CASO...	124
4.4	RESULTADO DO QUESTIONÁRIO COM A EQUIPE DE PROJETOS.....	125

5. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA EDIFICAÇÕES PÚBLICAS MAIS SUSTENTÁVEIS.....127

5.1	MELHORIAS PROPOSTAS PARA O ESTUDO DE CASO.....	128
5.1.1	ESPAÇO SUSTENTÁVEL.....	128
5.1.2	USO RACIONAL DA ÁGUA.....	132
5.1.2.1	Aproveitamento da água de chuva.....	132
5.1.2.2	Reuso da Água.....	138
5.1.2.3	Componentes Economizadores de Água.....	140
5.1.3	ENERGIA E ATMOSFERA.....	142
5.1.3.1	Luminárias com lâmpadas fluorescentes.....	144
5.1.3.2	Luminárias com lâmpadas de LED.....	146
5.1.4	MATERIAIS E RECURSOS.....	149
5.1.5	QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA.....	151
5.1.6	INOVAÇÃO E PROCESSO DO PROJETO.....	153
5.1.7	CRÉDITOS REGIONAIS.....	154
5.2	RESUMO SINTÉTICO DAS RECOMENDAÇÕES.....	154
5.3	PANORAMA DO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO COM AS MELHORIAS RECOMENDADAS.....	156

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	157
6.1 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	159
 REFERÊNCIAS.....	 160
APÊNDICE.....	166

1. INTRODUÇÃO

Uma edificação pública pode ser contratada pelo regime de execução direta ou indireta, conforme dispõe a Lei Federal Nº 8.666/93, que trata das licitações e contratos da Administração Pública. Na forma direta a execução é realizada pela própria administração, ou seja, com seus próprios recursos. Já na forma indireta, ocorre a contratação de terceiros para a realização das atividades.

Tanto na forma direta quanto na indireta, cabe à administração pública planejar e controlar a execução das obras, de modo que as mesmas sejam concluídas dentro do prazo, no valor estimado e em conformidade com a legislação e os parâmetros especificados no Edital de licitação. Além disso, uma obra pública deve primar pela sustentabilidade ambiental, ou seja, minimizar os impactos gerados ao meio ambiente e aos usuários, bem como ser projetada e construída visando uma vida útil prolongada a custos de execução e manutenção viáveis (MOTTA, 2005).

Nesse sentido, Da Rosa (2005) menciona que juntamente com a crescente conscientização sobre a magnitude dos impactos ambientais produzidos pela construção civil, vem surgindo por todo o mundo iniciativas no sentido de mitigar as agressões ambientais produzidas por essa indústria e a essas iniciativas, em conjunto, formam o que se convencionou chamar de construção sustentável, “verde” ou construção de alto desempenho.

Para Valente (2009) a construção sustentável se desenvolve a partir de ações que permitam à construção civil enfrentar e criar soluções aos problemas ecológicos, utilizando tecnologia, selecionando os materiais e seus fornecedores, criando construções que atendam às necessidades de seus usuários como também do meio ambiente.

Tendo em vista este cenário que se apresenta, juntamente com a conscientização da sociedade e a difusão dos critérios de sustentabilidade aplicados pelos sistemas de certificação ambiental, o governo federal brasileiro publicou em 2010 a Instrução Normativa Nº 01, a qual regulamenta e estabelece critérios de sustentabilidade ambiental para aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal. Corroborando com esta Instrução Normativa, o Senado Federal elaborou uma cartilha de orientação contendo diretrizes de projeto para construção de edifícios públicos sustentáveis.

Com relação ao custo das edificações, Motta (2005) relata que frequentemente as obras de edificações públicas, tanto na fase de projeto quanto na construção, visam o menor custo, ou seja, elas são concebidas com recursos limitados e muitas vezes se prioriza a quantidade e não a qualidade, o conforto e a durabilidade.

É importante ressaltar que os critérios de sustentabilidade ambiental para o espaço construído, muitas vezes representam um investimento inicial alto, mas que ao longo da vida útil do empreendimento vão sendo minimizados, por meio dos ganhos com eficiência energética, uso racional da água e durabilidade da edificação.

Existem inúmeros conceitos de sustentabilidade e desempenho de edificações, que no presente trabalho serão analisados de acordo com os estudos de ANTONIOLI (2009), DA ROSA (2005), DEGANI (2003) e (2010), HERNANDES (2006), SILVA (2003), TAVARES (2006) e VALENTE (2009).

Neste contexto, esta pesquisa pretendeu analisar a sustentabilidade ambiental de edificações públicas sob o enfoque do sistema de certificação LEED.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

No Brasil, a dificuldade em preservar o meio ambiente é agravada pelos grandes desafios que o setor da construção civil ainda deve enfrentar em termos de déficit habitacional e infraestrutura para transporte, comunicação, abastecimento de água, saneamento, energia, atividades comerciais e industriais (DEGANI, 2010).

Para Aulicino (2008) a construção civil é a principal responsável pelas modificações na paisagem natural, uma vez que é fornecedora de toda a infraestrutura para o desenvolvimento das atividades humanas.

De acordo com Araújo (2009), a etapa de construção de um edifício responde por uma parcela significativa dos impactos negativos causados ao meio ambiente, principalmente os consequentes às perdas de materiais e à geração de resíduos e os referentes às interferências na vizinhança da obra e nos meios físico, biótico e antrópico do local onde a construção é edificada.

Diante do cenário que se apresenta e tendo como escopo do trabalho a avaliação da sustentabilidade ambiental de edificações construídas pela iniciativa pública, ao longo desta pesquisa será respondida a seguinte questão:

As edificações públicas têm condições de atender aos critérios de sustentabilidade ambiental da certificação LEED?

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste trabalho é avaliar a sustentabilidade ambiental de uma edificação de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), sob o enfoque do sistema de certificação LEED.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta dissertação são os seguintes:

- Realizar uma análise comparativa dos principais sistemas de certificação atuantes no Brasil e adotar o que melhor se adeque à realidade da instituição.
- Avaliar por meio do estudo de caso o nível de utilização da certificação LEED nas edificações da IFES, construídas com recursos do programa REUNI (gestão 2009 – 2012).
- Avaliar a possibilidade de adequar a edificação aos critérios da certificação LEED.
- Indicar os itens deficitários da edificação de estudo, com relação aos parâmetros da certificação adotada;
- Propor soluções de projeto visando cumprir as exigências mínimas para tornar as futuras edificações da IFES compatível com os requisitos da certificação LEED.

1.4 JUSTIFICATIVA

Os esforços dos profissionais e pesquisadores de construção de edificações públicas passam agora a concentrar-se não apenas na tentativa de criação de edificações com baixo custo e de rápida implantação, ou de resumir-se a questões puramente econômicas, tomando patamares muito mais sofisticados em termos do uso dos materiais, avaliação pós-ocupação, eficiência energética e uso racional da água.

Pode-se afirmar que o desempenho de uma edificação está intimamente ligado a sua concepção, ou seja, ao modo como foi projetada e construída, tendo em vista os materiais empregados e os sistemas construtivos. Uma edificação sustentável não é apenas aquela que utiliza materiais ambientalmente corretos ou que recicla os resíduos gerados da construção, mas sim a que adota princípios de conforto térmico e de iluminação, visando eficiência energética e um ambiente salubre, como também aproveitamento da água da chuva, a facilidade de manutenção e desmonte da edificação quando for o momento (BORGES, 2008).

Diante disso, a preocupação com a questão ambiental passou a ser levantada nos mais diversos setores da sociedade, promovendo a gradativa adesão dos diferentes setores mercadológicos. Em busca do equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável, é usualmente descrita em função da chamada “triple bottom line”, que congrega as dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003).

Com relação aos sistemas de avaliação da sustentabilidade ambiental, pode-se afirmar que atualmente o *LEED – Leadership in Energy and Environmental Design* - é o sistema de certificação verde para edificações mais difundido dentre as certificações existentes no mundo. Ele demonstra o esforço para o desenvolvimento de um padrão que proporcione melhor desempenho ambiental e econômico dos edifícios baseando-se em princípios, práticas, materiais e padrões sustentáveis.

De acordo com Silva (2003):

“O LEED é provavelmente o método disponível mais amigável enquanto ferramenta de projeto, o que facilita a sua incorporação à prática profissional.”

1.4.1 Quanto à Sustentabilidade Ambiental

O conceito de construção sustentável é variável de acordo com as prioridades de cada país e está relacionado diretamente com as especificidades de seu clima, tradições construtivas, estágio de desenvolvimento industrial, cultura, natureza das edificações existentes e características dos diversos agentes envolvidos (DEGANI, 2010).

Assim, tendo em vista a atual conjuntura da sociedade, em termos de um desenvolvimento sustentável, é de suma importância conceber edificações públicas tendo como objetivos a eficiência energética e o uso racional da água.

Com relação ao assunto, Valente (2009) afirma que construções sustentáveis geram menos impactos ambientais abrangendo todas as etapas do ciclo de vida dos edifícios, desde a concepção do produto e o projeto, passando pelos processos de construção e de uso das edificações, chegando até a etapa de desmonte.

Nesse sentido, nos Estados Unidos o *United States Green Building Council* (USGBC) desenvolveu no ano 1999 um sistema de certificação ambiental divulgado e aplicado internacionalmente, denominado LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*. No Brasil, ele está representado pelo GBC Brasil, entretanto, o organismo certificador permanece sendo o USGBC nos Estados Unidos. A certificação confirma que os empreendimentos foram projetados e construídos por meio de estratégias destinadas a melhorar o desempenho em termos de energia, água, redução da emissão de CO₂, melhor qualidade interior dos ambientes, administrando o uso dos recursos naturais e minimizando os impactos ambientais (DEGANI, 2010).

O LEED-NC (New Construction) é uma certificação baseada na pontuação de sete grandes áreas: Espaço sustentável; Uso racional da água; Energia e atmosfera; Materiais e recursos; Qualidade ambiental interna; Inovação e processo de projeto; e Créditos regionais. O objetivo do LEED é acelerar a adoção das práticas dos Edifícios Verdes, GBC Brasil (2010).

De acordo com Valente (2009) o objetivo da certificação é promover uma conscientização de todos os envolvidos no processo, desde a fase de projeto, passando pela construção, até o usuário final, incorporando soluções que irão permitir uma redução no uso de recursos naturais, promovendo conforto e qualidade para seus usuários.

Nesse sentido, em 2010 o governo federal publicou a Instrução Normativa N° 01/2010 - que trata dos critérios de sustentabilidade ambiental para aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal – a qual enfatiza que na contratação das obras e serviços de engenharia, conforme o Art. 4º nos termos do art. 12 da Lei nº 8.666, de 1993, *“as especificações e demais exigências do projeto básico ou executivo, para contratação de obras e serviços de engenharia, devem ser elaborados visando à economia da manutenção e operacionalização da edificação, a redução do consumo de energia e água, bem como a utilização de tecnologias e materiais que reduzam o impacto ambiental”* (BRASIL, 2010).

Ilustrando este cenário, de acordo com publicação no sitio oficial do GBC Brasil, no ano de 2010 existiam 20 (vinte) empreendimentos com certificação LEED no Brasil e outros 105 (cento e cinco) em processo. Os gráficos a seguir apresentam um panorama da certificação LEED, desde 2004 até outubro de 2010.

Registros e Certificações LEED no Brasil

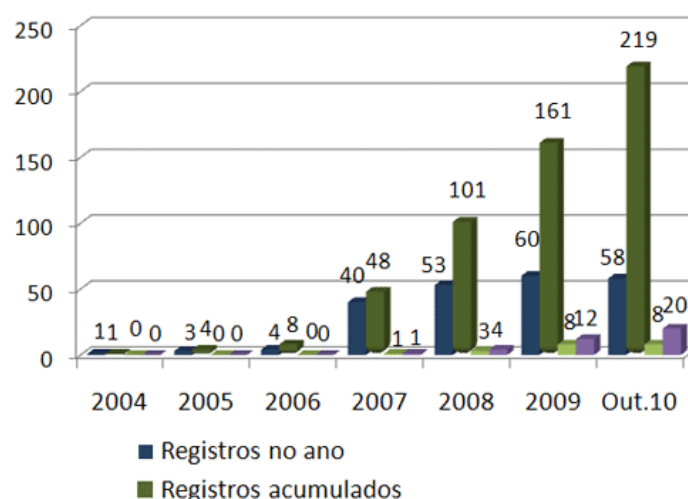


GRÁFICO 01 – NÚMERO DE EMPREENDIMENTOS COM CERTIFICAÇÃO LEED NO BRASIL

FONTE: GBC Brasil (2010)

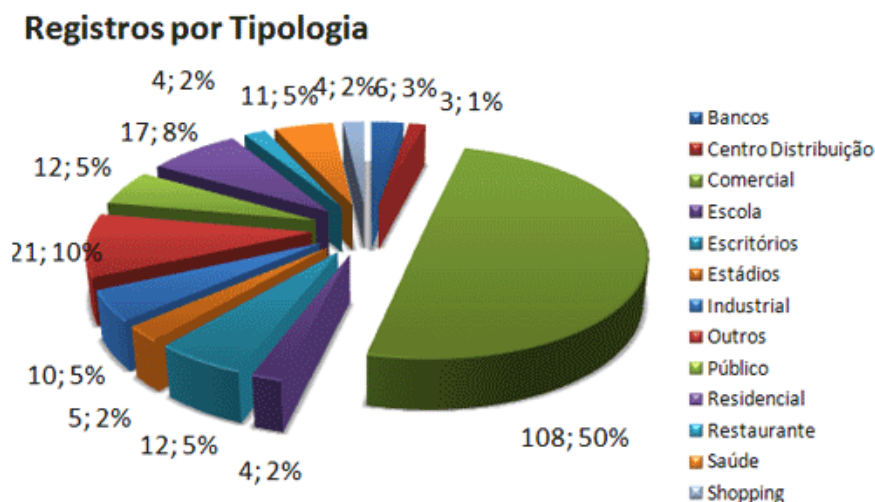


GRÁFICO 02 – PERCENTUAL DE CERTIFICAÇÃO LEED POR TIPOLOGIA DO EMPREENDIMENTO

FONTE: GBC Brasil (2010)

Destaca-se do gráfico 02 que os empreendimentos públicos representam 12,5% das certificações LEED. Este panorama demonstra que apesar de ainda ser baixo este percentual, está havendo uma preocupação por parte da Administração Pública com a sustentabilidade do ponto de vista ambiental e o desempenho de seus empreendimentos.

1.4.2 Quanto à Viabilidade Financeira

Todo empreendimento depois de idealizado e realizado o projeto básico (composto por estudos, anteprojetos e orçamento estimativo) passa por uma etapa de viabilidade financeira. Esta etapa é primordial e define se o empreendimento terá prosseguimento ou será revisto e adaptado.

Para investidores e empreendedores privados, a viabilidade de um projeto é condição de sua capacidade de gerar retorno financeiro sobre o capital investido, isto é, de produzir lucro, ou seja, o investimento no projeto deve ser rentável (DA ROSA, 2005).

Entende-se que um empreendimento para ser viável financeiramente deve gerar retorno financeiro ao empreendedor ou proprietário. Nesse sentido as construções sustentáveis tendem a utilizar materiais e sistemas construtivos que atualmente

apresentam preços superiores aos convencionais, mas que ao longo do tempo esses custos serão recuperados com o aumento da vida útil da edificação e com a redução dos custos de operação e manutenção.

Segundo Da Rosa (2005) um empreendimento para ser viável financeiramente deve gerar retorno financeiro ao empreendedor ou proprietário, seja a curto ou longo prazo, conforme as expectativas previamente definidas. Para isso, deve-se ter em vista que o custo global de construção depende da vida útil projetada, sendo o custo global a soma dos custos de aquisição mais o custo de operação e uso, considerando o desmonte do bem após a vida útil (BORGES, 2008).

Assim, as edificações de alto desempenho podem apresentar um maior investimento inicial, porém possuem custos operacionais mais baixos, valorizando o imóvel, sendo mais saudável para seus usuários, conservando água e energia, reduzindo a emissão de gases (VALENTE, 2009).

Nesse sentido, uma edificação pública sustentável, no caso em questão de uma universidade, o retorno financeiro está na durabilidade e conforto que edificação proporcionará aos usuários, bem como na economia de recursos para o governo com a adoção de critérios que economizem e racionalizem o consumo de recursos, ou seja, a eficiência energética e o uso racional da água.

1.4.3 Quanto aos Aspectos Ambientais

Para uma edificação ser sustentável é necessário buscar soluções que priorizem o baixo impacto ao meio ambiente, desde a concepção do projeto, a especificação dos materiais, a construção e operação/manutenção da edificação.

Como desafio pode-se afirmar que o setor da Construção Civil em todo o mundo é o responsável pelo consumo de 50 % dos recursos naturais e 40 % dos insumos energéticos de todas as fontes, sendo que essa afirmação considera o Ciclo de Vida das Edificações, o que inclui além do consumo de energia na vida útil das edificações, também a energia gasta na fabricação dos materiais de construção, na obra propriamente dita e na desconstrução (TAVARES, 2006).

Diante deste cenário, no ano de 1992 na cidade do Rio de Janeiro, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, foi aprovada a Agenda 21 – um documento elaborado em consenso entre governos e instituições da sociedade civil de 179 países e que transforma o conceito de desenvolvimento

sustentável em propostas de ações. A Agenda 21 consolida a ideia de que o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente devem constituir um binômio indissolúvel, que promova a ruptura do padrão tradicional de crescimento econômico, tornando compatíveis duas grandes aspirações do final do século XX: o direito ao desenvolvimento, sobretudo para os países que permanecem em patamares insatisfatórios de renda e de riqueza, e o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável pelas futuras gerações (VALENTE, 2009; TAVARES, 2006; DEGANI, 2003 e 2010).

Neste contexto, esta pesquisa justifica-se porque visa a adoção de critérios sustentáveis nas edificações públicas, colaborando para o desenvolvimento de um meio ambiente sustentável.

1.4.4 Quanto aos Fatores Sociais

As obras de edificações públicas norteiam-se pela excelência e pelo bem social que elas proporcionam à população e não apenas pelo enorme volume de recursos que as envolvem. Estas são concebidas para atender a sociedade em suas necessidades básicas, tais como: hospitais, escolas, universidades, aeroportos e casas populares (SILVA, 2009).

Neste contexto, de acordo com a tendência que se apresenta de uma construção civil sustentável, a presente pesquisa justifica-se tendo em vista que grande parcela do setor é motivada pelos órgãos públicos e que a sociedade é atingida tanto pelas bem feitorias de uma obra pública, como também pelos impactos ambientais decorrentes da escassez dos recursos naturais e dos resíduos gerados.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho abordará a avaliação da sustentabilidade ambiental de uma edificação da IFES, financiada pelo Programa de Reestruturação das Universidades Federais - REUNI, de acordo com os parâmetros definidos no sistema de certificação ambiental LEED. O estudo será qualitativo e não fará parte do escopo do trabalho a abordagem de métodos quantitativos nem ensaios de materiais.

Não se pretende certificar a edificação estudada, mas sim indicar aos projetistas decisões de projeto que podem minimizar os impactos ambientais gerados pelo ambiente construído.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está estruturada nos seguintes capítulos: 1. Introdução, 2. Revisão Bibliográfica, 3. Método de Pesquisa, 4. Análise e Resultado dos Dados do Estudo de Caso, 5. Recomendações de Projeto para Edificações Públicas mais Sustentáveis e 6. Considerações Finais.

O Capítulo 1 apresentará uma visão geral da pesquisa, por meio da introdução,

O Capítulo 2 apresentará uma revisão da literatura, iniciando com os principais conceitos de sustentabilidade ambiental, ciclo de vida e edificações de alto desempenho, passando para os principais sistemas de certificação ambiental adotados no país. Na sequência é realizando um comparativo entre os sistemas de certificação, no intuito de determinar o que melhor se adequa a realidade do estudo de caso. O capítulo é finalizado com a legislação aplicada à obras públicas.

O Capítulo 3 apresentará os métodos utilizados durante a pesquisa, demonstrando a unidade de análise, a classificação do método de pesquisa adotado, as fases da pesquisa, os procedimentos para aplicação do Estudo de Campo e a qualidade da pesquisa. Na descrição das fases da pesquisa será relatado o método de análise dos dados.

O Capítulo 4 apresentará a análise e discussão dos resultados apresentando o Estudo de Campo, a coleta e a análise dos dados do estudo.

O Capítulo 5 abordará as recomendações de projeto para concepção de edificações públicas mais sustentáveis, visando a durabilidade, a eficiência energética, o uso racional da água e o conforto dos usuários.

O Capítulo 6 apresentará a conclusão e as considerações finais sobre a pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a fundamentação teórica necessária para avaliação da sustentabilidade ambiental de edificações públicas, abordando os sistemas de certificação mais difundidos no Brasil: Procel Edifica, AQUA, LEED e Selo Casa Azul da CAIXA. No início, para embasar o assunto, serão apresentados os principais conceitos relativos à sustentabilidade, desempenho de edificações e para finalizar o capítulo será exposta a legislação aplicada a obras públicas.

2.1 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A sociedade demanda recursos do meio ambiente em um ritmo que não permite sua renovação pelos processos naturais. Esta situação está se agravando gradativamente e em função disso vem surgindo iniciativas no sentido de propor um modelo de desenvolvimento sustentável para o planeta, capaz de garantir uma evolução que dure e que se sustente através dos tempos.

O surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável veio da percepção do problema na sociedade como um todo e apesar da busca de ações locais direcionadas à sustentabilidade, devemos sempre visar a relação de forma global.

Neste contexto, Da Rosa (2005) menciona que o fortalecimento da consciência ecológica ao longo dos últimos anos vem impulsionando o surgimento de iniciativas em escala mundial, na defesa do meio ambiente e o conceito que norteia as discussões atuais sobre a preservação ambiental é o de desenvolvimento sustentável.

Segundo Brundtland (1987) apud Hernandez (2006), uma das definições mais aceita para o desenvolvimento sustentável seria:

“Desenvolvimento econômico e social que atenda às necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”

O conceito de desenvolvimento sustentável e da necessidade de preservação do meio ambiente foi um movimento gradativo e que veio ocorrendo ao longo dos anos, através de eventos e conferências realizadas em vários países. O Quadro 01 elaborado por Ferreira (2009) apresenta os principais eventos ambientais que delinearam a concepção atual da sociedade sobre o meio ambiente sustentável.

ANO	EVENTO AMBIENTAL	REGISTRO
1968	Criação do Clube de Roma	Organização informal com objetivo de promover o entendimento dos componentes variados, mas interdependentes (econômicos, políticos, naturais e sociais) que formam o sistema global.
1972	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia	Regulamentação e controle ambiental, salientando-se que da Conferência de Estocolmo resultou na estruturação de órgãos ambientais e legislações cujo resultado imediato foi considerar a poluição crime em diversos países.
1987	É publicado o informe <i>Brundtland</i> , o "Nosso Futuro Comum"	Um dos mais importantes documentos sobre meio ambiente e desenvolvimento. Vincula economia e ecologia e estabelece o eixo em torno do qual se deve discutir o desenvolvimento, formalizando o conceito de desenvolvimento sustentável.
1992	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ou Cúpula da Terra	Realizada no Rio de Janeiro, consistiu-se no mais importante foro mundial realizado. Abordou novas perspectivas globais e de integração da questão ambiental planetária e definiu mais concretamente o modelo de desenvolvimento sustentável. Participaram 170 estados, que aprovaram a declaração do Rio e mais quatro documentos, dentre os quais a Agenda 21.
1997	Rio +5	Realizada em Nova York, teve como objetivo analisar a implementação do Programa da Agenda 21.
2002	Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável - Rio +10	Realizada em Johannesburgo, examinou se as metas estabelecidas pela Conferência do Rio-92 foram respeitadas, e serviu para que os estados reiterassem seu compromisso com os princípios do desenvolvimento sustentável.

QUADRO 01 - PRINCIPAIS EVENTOS AMBIENTAIS

FONTE: Ferreira (2009)

Desde então, a sociedade civil organizou-se rapidamente, surgiram ONG's que atuam nas áreas relacionadas ao meio ambiente: energia, biodiversidade, águas, florestas e animais em extinção, grupos que pressionam todos os níveis de organização política da sociedade.

Para o setor da construção civil, o objetivo do desenvolvimento sustentável é aplicar ao ciclo de construção da extração e beneficiamento das matérias primas, ao planejamento, ao projeto e construção do edifício ou infraestrutura, até a sua desconstrução final e gerenciamento dos resíduos gerados.

Segundo Antonioli (2003) a construção e operação do edifício apresentam impactos diretos e indiretos significativos no meio ambiente, sendo que o termo sustentabilidade significa o comprometimento crescente com o gerenciamento ambiental, sendo seu produto o balanço otimizado de custos e benefícios sociais e humanos no atendimento das necessidades funcionais do edifício. Para o autor os objetivos principais da sustentabilidade são: evitar a diminuição dos recursos energéticos, de água e de matérias primas; minimizar e controlar os impactos ambientais causados pelo edifício ao longo de toda a sua vida útil e criar um ambiente construído habitável, confortável, seguro e produtivo.

Nesse sentido, pode-se afirmar que a construção civil é o segmento que mais consome matérias primas e recursos naturais no planeta, sendo também responsável pelo maior índice de emissão de gás do efeito estufa à atmosfera, compreendendo todos os fabricantes de materiais até mesmo os usuários finais (construtoras, empreiteiras, etc) (VALENTE, 2009).

Para Tavares (2006) o acúmulo de gases do efeito estufa tem sido estudado como uma das principais causas de mudanças climáticas mundiais, sendo que a geração de CO₂ pelas atividades relacionadas à construção civil é um parâmetro de sustentabilidade particularmente relevante no Brasil.

Valente (2009) menciona que a construção sustentável se desenvolve a partir de ações que permitam à construção civil enfrentar e criar soluções aos problemas ecológicos, utilizando tecnologia, selecionando os materiais e seus fornecedores, criando construções que atendam as necessidades de seus usuários como também do meio ambiente.

Degani (2010) afirma que o modelo de desenvolvimento ainda hoje praticado por vários setores econômicos caracteriza-se pelo consumo indiscriminado de recursos

naturais para a produção de bens, os quais, após utilizados são depositados indiscriminadamente no meio ambiente. As consequências mais evidentes dessas atitudes são: escassez de recursos naturais não renováveis; diminuição das áreas florestais; destruição da camada de ozônio e efeito estufa; perda da diversidade genética; geração de resíduos; poluição do ar e chuva ácida; poluição das águas e poluição do solo.

Assim, tendo em vista a atual situação da construção civil, é claramente perceptível que o modo de produção adotado atualmente pelas empresas afasta-as cada vez mais do que se denomina desenvolvimento sustentável, com progresso social e crescimento econômico aliados ao respeito ao meio ambiente, sendo que a incapacidade do meio ambiente de absorver as decorrências do desenvolvimento já é evidente (DEGANI, 2010).

Nesse sentido, Antonioli (2003) menciona que um ambiente construído sustentável deve apresentar sustentabilidade: **ecológica**, entendida em termos de proteção a ecossistemas, que pode ser analisada quantitativamente utilizando-se relações de consumo energético e fluxos de massa por unidades de tempo ou espaço, dentro de avaliações de ciclo de vida útil; **econômica**, relativa a investimentos e custos de utilização - as soluções de menores custos devem ser preteridas em favor daquelas que resultem em maior durabilidade e possibilidades de reaproveitamento; **social e cultural**, aspectos de conforto, proteção à saúde, e preservação de valores sociais e culturais.

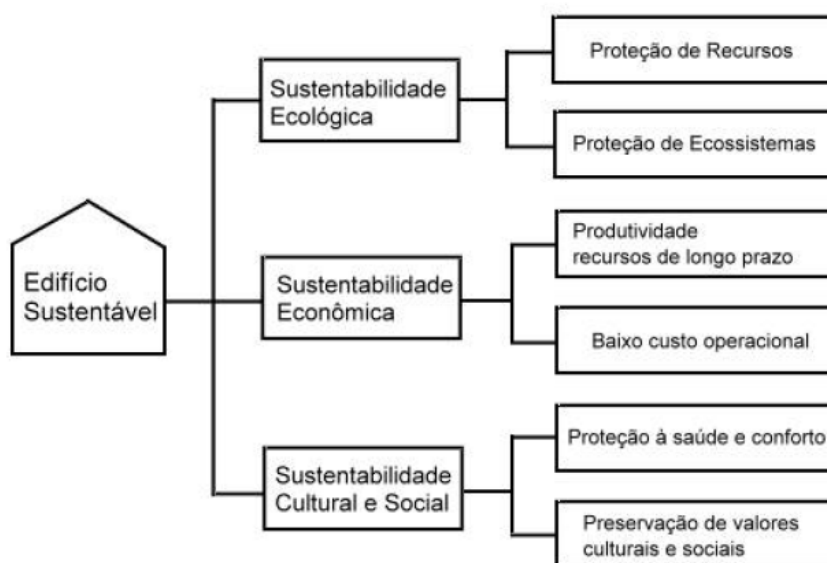


FIGURA 01 - DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

FONTE: Antonioli (2003)

Neste contexto, conforme apresentado no quadro 01 elaborado por Ferreira (2009), pode-se afirmar que o marco histórico que mobilizou o mundo para um desenvolvimento sustentável foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, onde foi aprovada a Agenda 21, um documento elaborado em consenso entre governos e instituições da sociedade civil de 179 países e que transforma o conceito de desenvolvimento sustentável em propostas de ações.

A Agenda 21 é um programa de ação, baseado num documento de 40 capítulos, que constitui a mais ousada e abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (BRASIL, 2002).

Esse documento explicita as principais questões da relação do homem com o meio ambiente, por metas e ações a serem ratificadas como compromissos pelos países signatários, visando ao desenvolvimento sustentável.

Na Agenda 21, foi consolidada a ideia de que o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente devem constituir um binômio indissolúvel, que promova a ruptura do padrão tradicional de crescimento econômico, tornando compatíveis duas grandes aspirações do final do século XX: o direito ao desenvolvimento, sobretudo para os países que permanecem em patamares insatisfatórios de renda e de riqueza, e o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável pelas futuras gerações (VALENTE, 2009; TAVARES, 2006; DEGANI, 2003 e 2010).

Neste contexto, em 1999 o *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB) publicou uma agenda específica para o setor da construção civil, denominada “*Agenda 21 on Sustainable Construction*”, com o objetivo de consolidar uma estrutura global que fundamente a elaboração das Agendas locais ou nacionais e setoriais a serem desenvolvidas internacionalmente.

Segundo a Agenda 21 do CIB, a indústria da construção e o ambiente construído são fundamentais para o desenvolvimento sustentável da sociedade, sendo que para justificar esta afirmativa são mencionados dados da União Européia, onde a fração de resíduos gerados pela construção civil chega a 40% do total e da ordem de mais de 40% a fração de consumo energético proveniente das edificações.

A importância da indústria da construção civil também é tratada nesta Agenda sob a ótica de sua responsabilidade na edificação do ambiente construído e na solução das necessidades da sociedade ligadas à habitação e infraestrutura, determinando assim, o seu grau de liberdade e flexibilidade ao longo de pelo menos 100 anos pós-construção (DEGANI, 2003).

Para Tavares (2006) é importante destacar as dificuldades para a aplicação desta agenda em países cujos problemas sociais são distintos, onde o crescimento dos agrupamentos humanos, sem uma devida infraestrutura, gera problemas ambientais particularmente nos países em desenvolvimento, onde os impactos locais tendem a serem maiores do que em países desenvolvidos. Isso em parte se deve àqueles países apresentarem um grau relativamente baixo de industrialização, fazendo da construção civil um dos fatores que mais impactam o ambiente biofísico.

2.1.1 Ciclo de vida das edificações

A construção civil é o setor da economia que emprega grande quantidade de energia e materiais, combinado de forma cada vez mais complexa para formação de seu produto final. Uma única edificação pode conter mais de 60 materiais básicos e cerca de 2.000 outros produtos, cada qual com um período de vida útil próprio e processos de produção, manutenção e descarte que lhe são peculiares (EPA, 2002; KOHLER e MOFFATT, 2003 apud DA ROSA, 2005).

O ciclo de vida de uma edificação é composto de uma sequência de etapas, que se inicia pelo **planejamento**, onde são realizados os estudos de viabilidade financeira, elaboração de projetos e suas especificações e o desenvolvimento das atividades construtivas; após começa a **implantação** que é a fase de construção do edifício, colocando em prática os projetos desenvolvidos; terminada a construção inicia-se o **uso** da edificação; no decorrer da vida útil da edificação faz-se necessário a **manutenção** que é a fase onde surge a necessidade de reposição de alguns elementos; e finalmente, quando a edificação não é mais utilizada, surge a necessidade do desmonte ou **demolição**. A figura 02 apresenta um fluxograma do ciclo de vida de uma edificação.

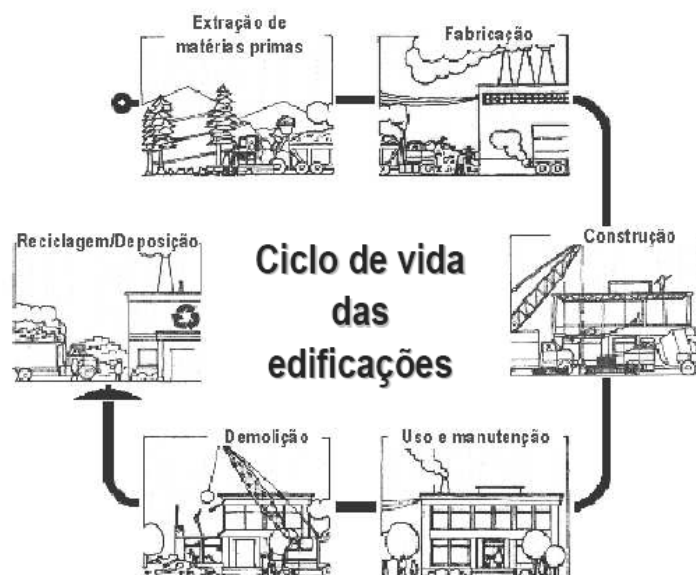


FIGURA 02 - CICLO DE VIDA DAS EDIFICAÇÕES

FONTE: Tavares (2006)

Segundo Degani (2010) o ciclo de vida dos edifícios inicia-se na etapa de Planejamento, etapa essencial para garantir o desempenho mais sustentável do edifício, uma vez que é neste momento que se definem o local de implantação e os objetivos funcionais, sociais e econômicos a serem atendidos pelo empreendimento.

Finalizada a etapa de Concepção, inicia-se o Canteiro de obras, momento em que acontece a realização do empreendimento e quando são percebidos os impactos da construção propriamente dita. Estas etapas são as mais breves do ciclo de vida dos edifícios, entretanto, elas são fundamentais para o nível de desempenho que permanecerá na sua etapa mais longa – a etapa de Uso e Ocupação (DEGANI, 2010).

Outra etapa extremamente relevante, em se tratando de sustentabilidade ambiental, é representada pelas atividades de Manutenção e Reforma, pois são determinantes para o aumento da vida útil das edificações e no aperfeiçoamento de seus níveis de desempenho. Estas atividades compreendem: reposição de componentes; conservação das superfícies, sistemas e equipamentos; manutenção corretiva e preventiva de equipamentos e sistemas; ações de modernização e ampliação.

O ciclo de vida dos edifícios se encerra com a Demolição ou Desconstrução, etapa que também representa o início do ciclo de outro empreendimento. É uma etapa relevante que deve ser realizada mediante um cuidadoso planejamento do desmonte,

garantindo o reaproveitamento e a reciclagem da maior fração possível dos materiais e componentes existentes (DEGANI, 2010).

Para a autora, além de considerar todas as etapas do ciclo de vida dos edifícios, a abordagem da sustentabilidade no ambiente construído ainda deve abranger os aspectos ambientais, sociais, econômicos e culturais das atividades presentes em todas estas etapas.

Antonioli (2003) afirma que das etapas relativas ao ciclo de vida útil de um edifício ou sistema predial, nenhuma outra influencia tão significativamente as condições operacionais e de manutenção com reflexos diretos na efetividade de custos operacionais, como as etapas de projeto. Nela os custos de intervenções são menores e os ganhos resultantes maiores.

O autor menciona que o maior empecilho à tomada de decisões relativas a etapas de projeto diz respeito à falta de comunicação entre as diversas equipes multidisciplinares incumbidas da sua execução, e a falta de conhecimento por parte destas das reais condições operacionais futuras a que estarão submetidos o edifício e seus sistemas.

Nesse sentido Valente (2009) relata a necessidade de identificar as ações necessárias para a integração de todas as etapas envolvidas no ciclo de vida do empreendimento, incluindo ações dos empreendedores, incorporadores, construtores, fabricantes, gestores dos empreendimentos, usuários e sociedade. Para se ter uma construção sustentável é importante avaliar o local onde haverá a construção, planejando todas as etapas de forma a reduzir a agressão ao ambiente antes, durante e após a construção. Não existe um padrão específico, cada obra é diferente, com localidades diversas, com diferentes climas e trajetos a percorrer.

Neste contexto a autora ainda afirma que as construções sustentáveis geram menos impactos ambientais abrangendo todas as etapas do ciclo de vida dos edifícios, desde a concepção do produto e o projeto, passando pelos processos de construção e de uso das edificações, chegando até a etapa de demolição.

Da Rosa (2005) destaca que a extração dos materiais à destinação dada aos resíduos após a demolição ocorre, inevitavelmente, a geração de impactos ambientais de maior ou menor monta.

O Quadro 02 apresenta de forma objetiva os principais impactos ambientais gerados pelas edificações.

-
- extração e consumo de materiais brutos; depleção de recursos associada
 - uso e mudança do solo, incluindo a retirada da flora existente
 - emissão de poluição sonora
 - consumo de energia e liberação de gases-estufa*
 - outras emissões internas e externas
 - degradação da paisagem
 - consumo de água e geração de água poluída
 - aumento das necessidades de transporte (dependendo do local da construção)
 - geração de efeitos variados em função do transporte de materiais de construção
 - produção de rejeitos
 - rompimento de comunidades, inclusive através da elaboração de projetos ambientalmente inadequados e do uso de materiais que causam danos no meio-ambiente
 - apresentação de riscos à saúde de construtores, usuários e ocupantes de edificações vizinhas durante as etapas de construção, utilização e remoção da estrutura
-

* particularmente os “Gases de Kyoto”: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs e SF₆

QUADRO 02 - PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELAS EDIFICAÇÕES

FONTE: Da Rosa (2005)

2.1.2 Edifício de Alto Desempenho

É do senso comum dos consumidores no momento em que adquirem bens como eletrodomésticos, móveis, vestuário e etc, avaliar intuitivamente o desempenho esperado para estes produtos, acumulando experiência por meio de erros e acertos para as próximas compras. Este tipo de avaliação por repetição não é viável para compra de um imóvel, pois provavelmente o consumidor de baixa renda não terá condição de comprar outro imóvel ao longo de sua vida. É importante ressaltar que mesmo para a população mais esclarecida e com maior poder aquisitivo é difícil avaliar o desempenho de um edifício e saber o que é aceitável ou não.

Nesse sentido, uma edificação, diferentemente dos demais produtos e bens consumidos pela sociedade, não vem com manual de instrução nem plano de manutenção preventiva ou de intervenções para reparos. É comum o proprietário não ter certeza da qualidade nem do desempenho esperado da edificação no sentido global como também para os elementos que dela fazem parte (BORGES, 2008).

Desta forma, pode-se afirmar que o desempenho de uma edificação está intimamente ligado a sua concepção, ou seja, ao modo como foi projetada e construída, tendo em vista os materiais empregados e os sistemas construtivos. Uma edificação sustentável não é apenas aquela que utiliza materiais ambientalmente corretos ou que

recicla os resíduos gerados da construção, mas sim a que adota princípios de conforto térmico e de iluminação, visando eficiência energética e um ambiente salubre, como também aproveitamento da água da chuva, a facilidade de manutenção e desmonte da edificação quando for o momento (BORGES, 2008).

Tendo em vista a eficiência energética, é possível mensurar que estruturas ecologicamente adequadas proporcionam maior conforto e saúde aos ocupantes, além de possuírem menores custos operacionais, podendo reduzir os gastos com energia, por exemplo, de 30 a 50%. É possível reduzir consumo de água em 30% ou até mais. É normal que esses aspectos interfiram de forma positiva na elaboração do preço de venda da edificação, na contratação de seguros e financiamentos e em eventuais negociações com o governo (GOTTFRIED, 2003).

Da Rosa (2005) menciona que a crescente conscientização sobre os impactos ambientais gerados pela construção civil está estimulando iniciativas no sentido de mitigar as agressões ambientais produzidas por essa indústria. Essas iniciativas, em conjunto, formam o que se convencionou chamar de “construção sustentável”, “verde” ou “construção de alto desempenho”.

Para Borges (2008): *“a sustentabilidade das construções se traduz, em termos de desempenho das edificações, em requisitos ambientais, que são complementares aos constantes na ISO 6241, como por exemplo, a economia de energia e o ciclo de vida dos produtos”*.

Nesse sentido, no ano de 2008, foi publicada a NBR 15575 – *Desempenho de edificações habitacionais de até cinco pavimentos*, para atuar no processo de determinação das exigências mínimas, parâmetros e métodos de desempenho desse tipo de edificação. O objetivo da norma é atender às exigências dos usuários, as quais se referem aos sistemas que compõem edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, independente de seus materiais constituintes ou sistema construtivo utilizado. Tais exigências referem-se ao comportamento em uso do edifício e seus sistemas e não à prescrição de como os sistemas são construídos.

O conceito de vida útil mínima obrigatória adotado pela Norma Brasileira de Desempenho de Edifícios, diferentemente de outros países, não foi motivada por questões ambientais, apesar de a sustentabilidade ambiental ser tema de muitas pesquisas atualmente. Segundo Borges (2008) a obrigatoriedade de uma vida útil

mínima, não diz respeito apenas aos usuários de imóveis, mas também aos agentes financeiros da sociedade, pois a vida útil deve ser proporcional ao prazo financiável para não desmotivar o usuário a continuar o pagamento.

Segundo Cintra (2001) a avaliação do desempenho das edificações na fase pós-ocupacional permite um confronto entre a especificação técnica e a satisfação do usuário com o produto final, utilizando informações sobre itens deficitários, para priorizar e direcionar a atenção para problemas existentes e realimentar os projetos futuros.

De acordo com Penna (2002) a APO – Avaliação Pós-Ocupação - torna possível criar um registro de avaliações que possibilita analisar a evolução qualitativa das edificações, levantar as necessidades de aprimoramento e a viabilidade de utilização de determinados materiais construtivos, consolidando um banco de dados próprio para este fim, sendo possível estruturar um plano de gestão da edificação analisada, buscando maior produtividade e redução dos custos operacionais.

Para Cintra (2001): *“a APO não é uma área do conhecimento, mas sim um método de avaliação de desempenho e que, qualquer avaliação de desempenho que não considere o parecer de seus ocupantes, torna-se uma mera avaliação de desempenho tradicional”*.

De acordo com Lichtenstein (1985) apud Marques de Jesus (2008): *“o desempenho inicial do edifício sofre perda residual ao longo do tempo, ou seja, uma deterioração irreversível”*.

O Quadro 03 foi transcrito da ISO 6241 e apresenta 14 itens como sendo requisitos do usuário com relação ao desempenho esperado nas edificações.

Componentes da ISO 6241 - Normalização de desempenho em edifícios	
Categoria de Requisitos	Exemplo
1. Estabilidade	Resistência mecânica para ações estáticas e dinâmicas, ambas em combinação ou individuais. Resistência ao impacto, de causa intencional ou acidental. Efeitos de fadiga.
2. Segurança contra fogo	Riscos de eclosão de fogo e propagação de chamas. Efeitos fisiológicos da fumaça e calor. Tempo de alarme (detecção e sistema de alarme). Tempo de evacuação (rotas de fuga). Tempo de sobrevivência (compartimentação do fogo)
3. Segurança em uso	Segurança com respeito a agentes agressivos. Segurança durante movimentações e circulações (limitação de pisos escorregadios, passagens desobstruídas, guarda corpos, etc)
4. Tensão	Água condutora de tensão (chuva, terreno encharcado, água potável e etc). Ar e gases condutores. Fumaça e poeira condutoras.
5. Higrotermia	Controle da temperatura do ar, radiação térmica, velocidade e umidade relativa do ar (limitação da variação no tempo e no espaço, através de condutores). Controle da condensação.
6. Pureza do ar	Ventilação. Controle de odores.
7. Acústica	Controle de ruídos internos e externos (contínuos ou intermitentes). Inteligibilidade do som. Tempo de reverberação.
8. Visual	Iluminação natural e artificial (requisitos de luminescência, ofuscamento, contraste e estabilidade da luz). Luz solar (insolação). Possibilidade de escuridão. Aspectos dos espaços e superfícies (cor, textura, regularidade, homogeneidade, verticabilidade, horizontabilidade, perpendicularidade, etc). Contato visual com o mundo interno e externo (conexões e barreiras para privacidade, liberdade e distorção ótica)
9. Tátil	Propriedade de superfícies, aspereza, lisura, calor, maciez, flexibilidade. Possibilidade de dissipação de eletricidade estática.
10. Dinâmica	Limitação de aceleração ou vibração de objetos (transitório ou contínuo). Conforto do uso em áreas com vento intenso. Facilidade de movimentos (inclinação de rampa e escadas). Habilidade manual (operação com portas, janelas, controle de equipamentos e etc)
11. Higiêne	Facilidade de cuidado e limpeza. Abastecimento de água. Purificação. Evacuação de água servida, lixo e fumaça. Limitação de emissão de contaminantes.
12. Conveniência de espaços para usos específicos	Número, dimensões, geometria, subdivisão e inter-relação de espaços. Facilidade de mobiliar, flexibilidade.
13. Durabilidade	conservação da performance para requisitos de vida útil, para uma manutenção regular.
14. Economicos	Capital, manutenção e andamento dos custos. Custos de demolição.

QUADRO 03 – REQUISITOS DE DESEMPENHO PARA AS EDIFICAÇÕES

FONTE: Cintra (2001)

Além dos critérios de desempenho técnico, um Edifício de Alto Desempenho é aquele que é projetado, construído, utilizado e desconstruído de acordo o princípio do **tripé da sustentabilidade**, o qual contempla os seguintes aspectos básicos a serem considerados: ambiental, social e econômico.

Estes aspectos básicos são descritos da seguinte maneira (ANTONIOLI, 2009):

- **Desempenho Ambiental:** visa garantir às gerações futuras a mesma disponibilidade de recursos naturais disponíveis atualmente. O princípio é adotar práticas construtivas que: reduzam a poluição do meio ambiente; operem com menor consumo de energia; reduzam o consumo de matérias primas; e utilizem materiais reciclados. A vantagem ambiental é conseguida com a diminuição do consumo de recursos naturais e eventual geração de novos recursos.
- **Desempenho Social:** visa a melhora da qualidade de vida da sociedade, por meio da saúde, educação e valorização da identidade cultural.
- **Desempenho Econômico:** visa o retorno financeiro do investimento com a valorização do capital empregado. O edifício é projetado para aumentar a produtividade de seus ocupantes, diminuir os custos com manutenção de maneira a aumentar os rendimentos.

Segundo o autor, para a edificação ser considerada de alto desempenho, é necessário que os três aspectos básicos sejam alcançados.

A figura 03 apresenta as características de uma edificação “verde” ou de alto desempenho.



Legenda:

- 1 – Alta eficiência: janelas com isolamento para redução do consumo de energia;
- 2 e 2a – Paisagismo com plantas nativas: requer menos irrigação;
- 3 – Conservação de água: descarga com fluxo duplo, torneiras econômicas e sensores para irrigação;
- 4 – Sistemas mecânicos de alta eficiência: considerar sistemas geotérmicos;
- 5 – Equipamentos energeticamente eficientes;
- 6 – Isolamento do piso;
- 7 – Isolamento da fundação;
- 8 e 9 – Uso de materiais reciclados e ferro;
- 10 – Isolamento térmico de paredes e forros;
- 11 – Outras considerações: materiais com baixa emissão de compostos voláteis, paredes verdes, luzes eficientes;
- 12 – Exposição ao sol: considerar a exposição ao sol para se proteger dos raios UV.

FIGURA 03 – EXEMPLO DE EDIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL

FONTE: Nascimento e Maciel (2010)

2.2 CERTIFICAÇÕES DE DESEMPENHO AMBIENTAL

O objetivo dos sistemas de certificação ambiental é avaliar o desempenho da construção e o funcionamento dos edifícios de modo a fornecer indicações aos especialistas sobre as diversas áreas analisadas, tais como a sua localização, o seu uso eficiente da água, o seu uso eficiente da energia, a qualidade ambiental interna, entre outras (VALENTE, 2009).

De acordo com Silva (2003), “o primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho de edifícios veio exatamente com a constatação de que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de “Green building” não possuíam meios para verificar o quão “verdes” eram de fato seus edifícios”.

Ressalta-se que é importante não apenas construir sustentavelmente, mas também comprovar que a obra de fato segue tais pressupostos, principalmente após a ocupação dos usuários. Trata-se de uma garantia para o cliente, para o mercado e uma maneira de se propagar com credibilidade, associando a publicidade com as novas construções (SILVA, 2003).

De acordo com Valente (2009) existem órgãos certificadores que visam certificar a etapa de construção, eles são reconhecidos pelo mercado nacional ou internacional, e acreditados junto às grandes entidades normalizadoras.

Na sequência serão apresentados os principais sistemas de certificação ambiental aplicados no Brasil. A exposição será feita de modo a relatar as principais características de cada um e ao final será feito um comparativo entre os sistemas de certificação LEED, AQUA e Selo Casa Azul da CAIXA.

2.2.1 Sistema PROCEL

Com a Revolução Industrial a demanda da sociedade por produtos industrializados fez com que os ambientes fabris se adaptassem a uma nova realidade, onde seria necessário desenvolver atividades em ambientes escuros e no turno noturno, sob iluminação artificial. Desde então, a energia se tornou essencial para o funcionamento dos mais diversos setores e atividades da sociedade e tem sido intensivo e crescente o seu uso. Da energia elétrica, especificamente, depende o funcionamento da maior parte dos equipamentos de edificações residenciais, comerciais e públicas.

Nesse sentido, pode-se afirmar que a energia utilizada nas edificações atende equipamentos que incluem sistemas de iluminação, refrigeração e aquecimento, eletrodomésticos e outros dispositivos. Com relação à energia empregada na iluminação de ambientes, destaca-se que a iluminação artificial tornou-se parte inseparável da edificação desde suas primeiras aplicações no ambiente construído, sendo que a iluminação natural muitas vezes não é tão eficiente (FONSECA, 2009).

Destaca-se que a rápida industrialização tem aumentado a demanda de energia elétrica, principalmente devido a adoção de sistemas automatizados e do aumento do poder aquisitivo da população que tende a consumir e adquirir mais bens.

Assim, o aquecimento econômico e a melhoria da qualidade de vida de uma sociedade estão relacionados com a expansão do consumo de energia (ANEEL, 2008).

De acordo com a ANEEL (2008), a produção de energia apresenta efeitos negativos, como o consumo dos recursos naturais utilizados para a produção de energia, o impacto ao meio ambiente produzido por essa atividade e os elevados investimentos exigidos na pesquisa de novas fontes de energia e construção de novas usinas. Desta forma, uma das maneiras mais modernas e utilizadas no mundo para reduzir o consumo sem comprometer qualidade de vida e desenvolvimento econômico tem sido o incentivo ao uso eficiente de energia.

De acordo com a tabela 01, pode-se verificar que a demanda de energia elétrica para o setor comercial/público passará de 80,2 TWh em 2005 para 406,9 TWh em 2030, considerando o melhor cenário pesquisado. Assim, a demanda em 25 anos aumentará cerca de 5 vezes. Desta forma, é de suma importância conceber edifícios que visem princípios de eficiência energética, bem como o uso racional da energia.

A tabela 02 apresenta o percentual do consumo de energia para o setor comercial, industrial e residencial. Pode-se verificar que a adoção de metodologias que reduzam o consumo de energia é significativa para qualquer dos setores.

TABELA 01 – PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA POR SETOR DO BRASIL

	2005	2030 Melhor Cenário	2030 Pior Cenário
Agropecuária	14,9	49,7	25,3
Indústria	172,1	469,8	316,3
Transportes	1	2	1,4
Comercial / Público	80,2	406,9	215,5
Residencial	78,5	371,9	217,2

TWh

FONTE: MME (2006) *apud* Fonseca (2009)

TABELA 02 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL POR SETOR

Uso Final	Comercial	Industrial	Residencial
Aquecimento	15%	24%	26%
Refrigeração	22%	4%	31%
Força-motriz	15%	55%	18%
Iluminação	48%	7%	25%
Outros	-	10%	-

FONTE: Costa (2007) *apud* Fonseca (2009)

Tendo em vista a eficiência energética nas edificações, destacam-se duas estratégias importantes (FONSECA, 2009):

- Introdução de novas tecnologias;
- Mudança de hábitos de consumo, incentivadas por programas e políticas de conservação e uso racional de energia.

Para tanto, é necessário estabelecer metas para o combate ao desperdício e para a redução do consumo de energia elétrica. Destaca-se que na iluminação, deve-se primar por projetos luminotécnicos eficientes, que resgatem o uso da luz natural em combinação com a luz artificial, ou o emprego eficiente da iluminação artificial que podem gerar economias de 30% a 70% em edificações não residenciais (GRAZIANO JUNIOR, 2006).

No sentido de incentivar estas estratégias, foi criado no Brasil o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, estabelecido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. O PBE é um programa de conservação de energia, que atua por meio de etiquetas informativas, alertando o consumidor quanto à eficiência energética de alguns dos principais eletrodomésticos nacionais. O objetivo do programa é fornecer informações que possibilitem aos consumidores avaliar e otimizar o consumo de energia dos equipamentos eletrodomésticos, selecionar produtos de maior eficiência em relação ao consumo, e melhor utilizar eletrodomésticos, possibilitando economia nos custos de energia.

Neste contexto, Lamberts et al. (2007) menciona que estudos com objetivo de criação de critérios de eficiência energética para melhor qualificar uma edificação,

surgiram como consequência da crise energética de 2001, quando foi sancionada a Lei de Eficiência Energética Nº. 10.295, de 17 de outubro de 2001. Esta lei dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, sendo posteriormente transformada no Decreto 4.059 em dezembro de 2001. No sentido de criar um sistema com procedimentos adequados às edificações, em outubro de 2003, foi lançado o PROCEL Edifica, por meio do Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações, estabelecendo vertentes de ação, cada qual apresentando uma série de projetos que visam implementar a eficiência energética na cultura construtiva nacional.

2.2.1.1. Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Uma das ações da Eletrobrás por meio do programa PROCEL Edifica é a Regulamentação para Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, visando à redução do consumo de energia elétrica. A proposta é especificar os requisitos técnicos e os métodos para a classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética (FONSECA, 2009).

Para as novas edificações a concessão da etiqueta será realizada na fase de projeto; após o Habite-se, para as edificações concluídas e após adequação com vistas à melhoria da eficiência energética, para as edificações já existentes. A Regulamentação para Eficiência Energética exige que os edifícios atendam aos requisitos relativos à eficiência e potência instalada do sistema de iluminação, à eficiência do sistema de condicionamento do ar e ao desempenho da envoltória, sendo a envoltória o conjunto dos planos externos da edificação, compostos por fachadas, empenas, cobertura, brises, marquises, aberturas, bem como quaisquer elementos que o compõe (MME, 2008).

A classificação do edifício é procedida de acordo com requisitos que devem ser avaliados, resultando numa classificação final, onde são atribuídos pesos para cada requisito, e de acordo com a pontuação final, variando de 5 a 1, é obtida uma classificação que também varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) (MME, 2008).

Os pesos são divididos da seguinte maneira: iluminação (30%), sistema de condicionamento de ar (40%) e envoltória (30%) (MME, 2008).

A certificação AQUA é a primeira iniciativa de adaptação de um sistema de certificação para o contexto específico brasileiro, fato este que dá ao sistema grande representatividade e traz grande interesse para o estudo das especificidades regionais de seus critérios avaliativos. O sistema tem como característica obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação (VANZOLINI, 2011).

O referencial técnico de certificação estrutura-se em dois instrumentos, permitindo avaliar os desempenhos alcançados com relação aos dois elementos que estruturam esta certificação: o referencial do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), para avaliar o sistema de gestão ambiental implementado pelo empreendedor; o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da edificação (VANZOLINI, 2011).

A AQUA é uma versão das normas de construção sustentável. Diferentemente do sistema de certificação LEED, o sistema AQUA estabelece 14 critérios de análise e, em cada um deles, a edificação pode receber a qualificação de bom, superior ou excelente, devendo a mesma ter no mínimo três critérios excelentes e, no máximo, sete critérios bons como mostram as figuras 05 e 06 a seguir:



FIGURA 05 – RELAÇÃO DE ITENS AVALIADOS NA CERTIFICAÇÃO AQUA

FONTE: Vanzolini (2011)

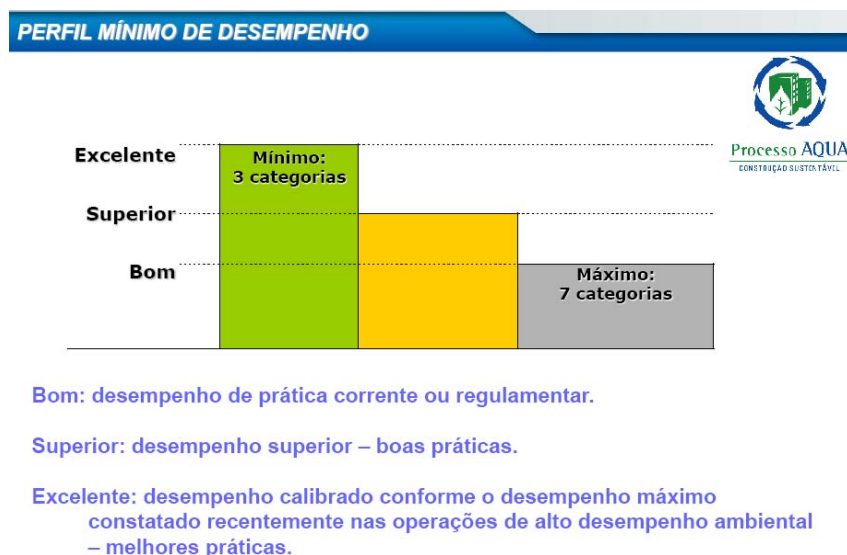


FIGURA 06 – NÍVEL MÍNIMO DE DESEMPENHO PARA A CERTIFICAÇÃO AQUA

FONTE: Vanzolini (2011)

O referencial técnico permite avaliar um dado empreendimento, novo ou envolvendo uma reabilitação significativa, composto por edifícios majoritariamente destinados ao uso como escritórios ou edifícios escolares. Pode ser utilizado pelos agentes de um empreendimento desde a decisão de realizá-lo até sua entrega. As fases cobertas por esta certificação são assim o programa, a concepção e a realização (VANZOLINI, 2011).

De acordo com o portfólio de Vanzolini (2011) existem:

- Mais de 2.000.000 de moradias com a *Certificação de Edifícios Multifamiliares e de Moradias*, sendo destas 85% de interesse social.
- Mais de 420 unidades com *Certificação de Escritórios, Hotéis e Escolas*.

2.2.3 Sistema LEED

O LEED é um sistema de certificação ambiental difundido pelo USGBC (United States Green Building Council), organização não-governamental fundada em 1993 nos Estados Unidos. O sistema apresenta uma interface simples, baseada em especificações de desempenho e possui como referência, normas e recomendações de órgãos com credibilidade reconhecida como ASHRAE, ASTM, EPA e o DOE (SILVA, 2003).

É uma ferramenta de certificação internacional que incentiva posturas sustentáveis em edificações, sendo que esta certificação apresenta grande potencial para disseminar conceitos e boas práticas, com efeito educativo e de divulgação de ideias e valores de desempenho ambiental. O sistema foi desenvolvido com objetivo de impulsionar uma transformação na indústria da construção civil ao definir uma diretriz para a construção sustentável e para os edifícios certificados, contendo uma divisão em categorias, sendo elas CERTIFICADA, PRATA, OURO e PLATINA (HERNANDES, 2006).

Tendo em vista a cronologia da evolução da certificação LEED, os fatos mais marcantes foram (USGBC, 2011):

- 1998 – LEED-NC v1.0 é divulgado pelo USGBC;
- 2000 – LEED-NC v2.0 é divulgado com alterações;
- 2002 – LEED-NC v2.1 é divulgado com pequenas alterações com relação ao processo de certificação;
- 2005 – LEED-NC v2.2 é divulgado com atualizações de norma;
- 2009 – LEED-NC v3.0 é divulgado com atualizações e alteração da pontuação de 69 para 110 pontos possíveis de serem alcançados.

Além das versões relacionadas, o LEED publicou versões específicas como: **LEED-EB** (Existing Buildings para edifícios existentes), **LEED-CI** (Comercial Interior para projetos de interiores comerciais), **LEED-CS** (Core and Shell para projetos com núcleo e casca como grandes edifícios comerciais), **LEED-H** (Homes para residências) e **LEED-ND** (Neighborhood Development para condomínios e loteamentos) (USGBC, 2011).

Das versões existentes da certificação, pode-se afirmar que o LEED-NC é o mais abrangente e com maior número de projetos registrados e certificados, sendo considerado o LEED mais difundido pelos profissionais (HERNANDES, 2006).

Pontuação

O sistema de pontuação do LEED-NC v3.0 é dividido em sete categorias totalizando 110 pontos possíveis de serem alcançados, sendo destes, 100 de itens avaliados e 10 de pré-requisitos (GBC Brasil, 2011).

As categorias são as seguintes (GBC Brasil, 2011):

- 1 *Sustainable Sites* ou Espaço Sustentável – (28) pontos possíveis
- 2 *Water Efficiency* ou Uso Racional da Água – (10) pontos possíveis
- 3 *Energy and Atmosphere* ou Energia e Atmosfera – (37) pontos possíveis
- 4 *Materials and Resources* ou Materiais e Recursos – (13) pontos possíveis
- 5 *Indoor Environmental Quality* ou Qualidade Ambiental Interna – (12) pontos possíveis
- 6 *Innovation and Design* ou Inovação e Processo do Projeto – (6) pontos possíveis
- 7 *Regional Priority* ou Créditos Regionais – (4) pontos possíveis

Total de 110 pontos

Vantagens do sistema LEED dentre outros disponíveis (HERNANDES, 2006):

- Efeito catalisador: o sistema LEED é visto como um grande divulgador de critérios sustentáveis e boas práticas;
- O LEED nos Estados Unidos é consenso entre diversas classes profissionais e órgãos governamentais das quatro esferas;

- Credibilidade conseguida por meio da associação da imagem institucional do LEED com agências do governo, associação de normas técnicas e etc.

A seguir serão apresentadas no Quadro 04 as categorias de desempenho do sistema de certificação LEED, bem como a descrição de cada uma delas.

Categoria de desempenho		Descrição
	Desenvolvimento sustentável do local (SS)	Prevenção da poluição na atividade da construção, seleção do local do empreendimento, redução da poluição luminosa, projeto de águas pluviais e controle da qualidade, transporte alternativo com baixa emissão de CO ₂ , recuperação de áreas contaminadas, etc.
	Eficiência da água (WE)	Uso eficiente da água, tratamento de águas servidas, aproveitamento de águas de chuva.
	Energia e atmosfera (EA)	Desempenho com consumo mínimo de energia, otimizar desempenho energético, uso de energia renovável, medição e verificação para garantir a performance do sistema
	Materiais e recursos (MR)	Estocagem e coleta de materiais recicláveis, reuso da construção, administração do entulho da obra, materiais reciclados e renováveis, madeira certificada
	Qualidade ambiental interna (EQ)	Qualidade do ar interior, controle da fumaça de tabaco ambiental, aumento da ventilação, materiais com baixa emissão (adesivos, selantes, tintas, etc), controle de produtos químicos e fontes poluentes, controle da iluminação, temperatura e ventilação, conforto térmico e projeto
	Inovação e processo de projeto (IN)	Inovação em projeto, profissional acreditado LEED

QUADRO 04 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO LEED

FONTE: GBC Brasil (2010)

O quadro 05 apresenta o *checklist* de avaliação do LEED-NC, onde é relacionada as categorias de desempenho com seus itens e pontuação. Os itens que são atendidos pela edificação serão marcados e ao final a avaliação da edificação será a soma dos itens pontuados. A classificação se dará conforme o grau atingido em CERTIFICADO, PRATA, OURO e PLATINA.

Yes	?	No	Espaço Sustentável		28 Pontos
Y			Pré-requisito 1	Prevenção da Poluição ativa da construção	Requisito 1
			Crédito 1	Seleção do Terreno	1
			Crédito 2	Desenvolver Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	5
			Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas	1
			Crédito 4.1	Transporte Alternativo - Fácil acesso ao transporte público	6
			Crédito 4.2	Transporte Alternativo - Bicicletário e Vestiário para os usuários	2
			Crédito 4.3	Transporte Alternativo - Uso de veículos de baixa emissão	3
			Crédito 4.4	Transporte Alternativo - Capacidade de Estacionamento	2
			Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço, Proteção e restauração do Habitat	1
			Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço, Maximizar espaços abertos	1
			Crédito 6.1	Projeto para águas Pluviais, Controle da quantidade	1
			Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais, Controle da qualidade	1
			Crédito 7.1	Redução da ilha de calor, Áreas cobertas	1
			Crédito 7.2	Redução da ilha de calor, Áreas descobertas	1
			Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa	1
			Crédito 9	Guia de Projeto & Construção para inquilinos	1

Yes	?	No	Uso Racional da Água		10 Pontos
Y			Pré-requisito 1	Redução no Uso da Água, 20% de redução	Requisito 2 a 4
			Crédito 1	Uso eficiente de água no paisagismo	2
				Redução de 50%	2
				Uso de água não-potável ou sem irrigação	4
			Crédito 2	Tecnologias Inovadoras para águas servidas	2
			Crédito 3	Redução no Uso da Água	2 a 4
				Redução de 30%	2
				Redução de 35%	3
				Redução de 40%	4

Yes	?	No	Energia e Atmosfera		37 Pontos
Y			Pré-requisito 1	Comissionamento dos sistemas de energia	Requisito 3 a 21
Y			Pré-requisito 2	Performance Mínima de Energia, 10% novas construções e 5% edifícios existentes	Requisito 3
Y			Pré-requisito 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	Requisito 4
			Crédito 1	Otimização da performance energética	5
				12% Prédios Novos ou 8% Prédios Reformados	6
				14% Prédios Novos ou 10% Prédios Reformados	7
				16% Prédios Novos ou 12% Prédios Reformados	8
				18% Prédios Novos ou 14% Prédios Reformados	9
				20% Prédios Novos ou 16% Prédios Reformados	10
				22% Prédios Novos ou 18% Prédios Reformados	11
				24% Prédios Novos ou 20% Prédios Reformados	12
				26% Prédios Novos ou 22% Prédios Reformados	13
				28% Prédios Novos ou 24% Prédios Reformados	14
				30% Prédios Novos ou 26% Prédios Reformados	15
				32% Prédios Novos ou 28% Prédios Reformados	16
				34% Prédios Novos ou 30% Prédios Reformados	17
				36% Prédios Novos ou 32% Prédios Reformados	18
				38% Prédios Novos ou 34% Prédios Reformados	19
				40% Prédios Novos ou 36% Prédios Reformados	20
				42% Prédios Novos ou 38% Prédios Reformados	21
				44% Prédios Novos ou 40% Prédios Reformados	22
				46% Prédios Novos ou 42% Prédios Reformados	23
				48% Prédios Novos ou 44% Prédios Reformados	24
			Crédito 2	Energia Renovável no local	4
			Crédito 3	Melhoria no comissionamento	2
			Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2
			Crédito 5.1	Medições & Verificações: Base do Edifício	3
			Crédito 5.2	Medições & Verificações: Sub-medição de inquilinos	3
			Crédito 6	Energia Verde	2

QUADRO 05 – CHECKLIST DE AVALIAÇÃO DO LEED

FONTE: GBC Brasil (2011)

Materiais e Recursos			13 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6
Yes	?	No	
Qualidade Ambiental Interna			12 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 8.1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 8.2
Yes	?	No	
Inovação e Processo do Projeto			6 Pontos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2
Yes	?	No	
Créditos Regionais			4 Pontos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.4
Yes	?	No	
Total de Pontuação do Projeto (Estimativa de Certificação)			110 Pontos
Certificado: 40-49 pontos Prata: 50-59 pontos Ouro: 60-79 pontos Platinum: 80 pontos ou mais			

QUADRO 06 – CHECKLIST DE AVALIAÇÃO DO LEED (CONT.)

FONTE: GBC Brasil (2011)

2.2.4 Selo Casa Azul CAIXA

A Caixa Econômica Federal lançou em 2009 um novo instrumento de classificação da sustentabilidade ambiental de projetos habitacionais, o "Selo Casa Azul", que qualificará projetos de empreendimentos dentro de critérios socioambientais, que priorizam a economia de recursos naturais e as práticas sociais. O Selo é o principal instrumento do Programa de Construção Sustentável do banco (CEF, 2010).

O Selo Casa Azul CAIXA é um instrumento de classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, que busca reconhecer os empreendimentos que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações, objetivando incentivar o uso racional de recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação e de seu entorno (CEF, 2010).

O Selo se aplica a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais propostos à CAIXA para financiamento ou nos programas de repasse. Podem se candidatar ao Selo as empresas construtoras, o Poder Público, empresas públicas de habitação, cooperativas, associações e entidades representantes de movimentos sociais (CEF, 2010).

Para a concessão do selo, a CAIXA analisará critérios agrupados em seis categorias: inserção urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, uso racional da água e práticas sociais (CEF, 2010).



FIGURA 07 – LOGOMARCA DO SELO CASA AZUL NÍVEIS OURO, PRATA E BRONZE

FONTE: CEF (2010)

O objetivo é incentivar a construção de moradias que no processo de edificação tenham respeitado o meio ambiente e ao mesmo tempo propiciem boas condições de conforto e salubridade para seus usuários (CEF, 2010).

A adesão ao Selo é voluntária e o proponente deve manifestar o interesse em obtê-lo para que o projeto seja analisado sob a ótica do sistema de certificação. Com o Selo Casa Azul, a CAIXA pretende estabelecer uma relação de parceria com os proponentes de projeto, fornecendo orientações para incentivar a produção de habitações mais sustentáveis (CEF, 2010).

Pré-requisitos gerais de projetos

O projeto candidato ao Selo Casa Azul CAIXA deve possuir, como pré-requisito, o atendimento às regras dos programas operacionalizados pela CAIXA de acordo com a linha de financiamento ou produto de repasse. Também é necessário que o proponente apresente os documentos obrigatórios em cada caso, como projetos aprovados pela Prefeitura, declaração de viabilidade de atendimento das concessionárias de água e energia, alvará de construção, licença ambiental e demais documentos necessários à legalização do empreendimento, por exemplo (CEF, 2010).

Além disso, todos os projetos candidatos ao Selo devem atender às regras da Ação Madeira Legal e apresentar, até o final da obra, o Documento de Origem Florestal (DOF) e a declaração informando o volume, as espécies e a destinação final das madeiras utilizadas nas obras (CEF, 2010).

Em relação à acessibilidade, o projeto deve prever o atendimento à NBR 9050, além de atender ao percentual mínimo de unidades habitacionais adaptadas, conforme legislação municipal ou estadual. No caso de ausência de legislação específica, os empreendimentos devem contemplar o percentual mínimo de 3% de unidades habitacionais adaptadas. Ao elaborar o projeto e especificar os serviços e materiais previstos para a construção do empreendimento, o proponente deverá atender às normas técnicas vigentes sempre que houver norma da ABNT específica sobre o assunto (CEF, 2010).

Categorias e critérios do Selo Casa Azul CAIXA

A metodologia do Selo Casa Azul define seis categorias de preocupações socioambientais para serem consideradas na avaliação do empreendimento. Além disso, seleciona e organiza 53 ações importantes para promover a sustentabilidade ambiental de um empreendimento habitacional brasileiro típico, que são consideradas critérios de avaliação. Não se trata, naturalmente, de uma lista exaustiva (CEF, 2010).

O "Selo Casa Azul" será dividido nas classes ouro, prata e bronze, definidas pelo número de critérios atendidos. Para receber o ouro, o empreendimento deverá atender a, no mínimo, 31 critérios. Receberão prata aqueles que atenderem a 25 critérios, e bronze os que apresentarem o cumprimento de, pelo menos, 19 critérios obrigatórios (CEF, 2010).

Gradação	Atendimento mínimo
BRONZE	19 Critérios obrigatórios
PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha = 25 critérios
OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha = 31 critérios

QUADRO 07 – NÍVEIS DE GRADAÇÃO DO SELO CASA AZUL

FONTE: CEF (2010)

Orientações gerais

Para obter o Selo, o proponente deverá manifestar o interesse de adesão ao Selo Casa Azul CAIXA e apresentar os projetos, a documentação e informações técnicas completas referentes aos critérios a serem atendidos pelo projeto. Toda a documentação necessária para análise deverá ser datada e assinada pelo representante legal e por um responsável técnico pelos projetos. Quando necessário, a CAIXA solicitará a correção e/ou complementação da documentação (CEF, 2010).

Durante a obra, o proponente deverá executar todos os itens previamente mencionados no projeto, de acordo com as especificações apresentadas e aprovadas pela CAIXA, implantar as práticas sociais previstas em projeto e divulgar aos usuários os itens incorporados ao projeto, assim como orientar os moradores sobre manutenção, reposição e uso dos dispositivos/equipamentos (CEF, 2010).

O quadro 08 apresenta o resumo das categorias de avaliação do sistema de certificação, bem como os critérios que devem ser levados em consideração, sendo que para a classificação há itens que devem ser cumpridos obrigatoriamente para atender a certificação mínima.

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS/CRITÉRIOS		CLASSIFICAÇÃO	
1. QUALIDADE URBANA		BRONZE	PRATA
1.1	Qualidade do Entorno - Infraestrutura	obrigatório	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha
1.2	Qualidade do Entorno - Impactos	obrigatório	
1.3	Melhorias no Entorno		
1.4	Recuperação de Áreas Degradadas		
1.5	Reabilitação de Imóveis		
2. PROJETO E CONFORTO			
2.1	Paisagismo	obrigatório	
2.2	Flexibilidade de Projeto		
2.3	Relação com a Vizinhança		
2.4	Solução Alternativa de Transporte		
2.5	Local para Coleta Seletiva	obrigatório	
2.6	Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	obrigatório	
2.7	Desempenho Térmico - Vedações	obrigatório	
2.8	Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	obrigatório	
2.9	Iluminação Natural de Áreas Comuns		
2.10	Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros		
2.11	Adequação às Condições Físicas do Terreno		
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1	Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	obrigatório p/ HIS - até 3 s.m.	
3.2	Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	obrigatório	
3.3	Sistema de Aquecimento Solar		
3.4	Sistemas de Aquecimento à Gás		
3.5	Medição Individualizada - Gás	obrigatório	
3.6	Elevadores Eficientes		
3.7	Eletrodomésticos Eficientes		
3.8	Fontes Alternativas de Energia		
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1	Coordenação Modular		
4.2	Qualidade de Materiais e Componentes	obrigatório	
4.3	Componentes Industrializados ou Pré-fabricados		
4.4	Formas e Escoras Reutilizáveis	obrigatório	
			critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha

QUADRO 08 – RESUMO CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO SELO CASA AZUL CAIXA.

FONTE: CEF (2010)

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS/CRITÉRIOS		CLASSIFICAÇÃO	
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS		BRONZE	PRATA
4.5	Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	obrigatório	
4.6	Concreto com Dosagem Otimizada		
4.7	Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)		
4.8	Pavimentação com RCD		
4.9	Facilidade de Manutenção da Fachada		
4.10	Madeira Plantada ou Certificada		
5. GESTÃO DA ÁGUA			
5.1	Medição Individualizada - Água	obrigatório	
5.2	Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	obrigatório	
5.3	Dispositivos Economizadores - Arejadores		
5.4	Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão		
5.5	Aproveitamento de Águas Pluviais		
5.6	Retenção de Águas Pluviais		
5.7	Infiltração de Águas Pluviais		
5.8	Áreas Permeáveis	obrigatório	
6. PRÁTICAS SOCIAIS			
6.1	Educação para a Gestão de RCD	obrigatório	
6.2	Educação Ambiental dos Empregados	obrigatório	
6.3	Desenvolvimento Pessoal dos Empregados		
6.4	Capacitação Profissional dos Empregados		
6.5	Inclusão de trabalhadores locais		
6.6	Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto		
6.7	Orientação aos Moradores	obrigatório	
6.8	Educação Ambiental dos Moradores		
6.9	Capacitação para Gestão do Empreendimento		
6.10	Ações para Mitigação de Riscos Sociais		
6.11	Ações para a Geração de Emprego e Renda		

QUADRO 08 – RESUMO CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO SELO CASA AZUL CAIXA (CONT.)

FONTE: CEF (2010)

Verificação do atendimento aos critérios do Selo

O atendimento aos itens propostos em projeto será verificado também no curso do acompanhamento da obra, durante as medições mensais ou em vistorias específicas.

A não conformidade entre projeto e execução da obra será informada no Relatório de Acompanhamento do Empreendimento, e as correções serão solicitada pela CAIXA por meio de ofício, contendo o prazo para apresentação de justificativa e correção dos itens não conformes. Caso a inconformidade apontada não seja solucionada, a CAIXA poderá suspender a autorização do uso da logomarca do Selo Casa Azul CAIXA (CEF, 2010).

2.3 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

O objetivo de fazer uma análise comparativa entre os sistemas de certificação ambiental é identificar o que melhor se adequará à avaliação da edificação de estudo.

A seguir será apresentado o quadro 09 contendo o comparativo entre os sistemas de certificação ambiental expostos nos itens anteriores e considerados mais difundidos no Brasil. A análise foi realizada de acordo com os seguintes critérios: critério de avaliação; contexto de criação; metodologia de avaliação; complexidade de aplicação; e sistema de classificação.

	LEED	AQUA	Selo Casa Azul
Critérios de Avaliação	Sítios Sustentáveis; Eficiência de água; Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos; Qualidade do Ar Interno; Inovação em Projeto; Prioridade Regional.	Eco-construção; Gestão; Conforto; Saúde.	Qualidade Urbana; Projeto e Conforto Eficiência Energética; Conservação de Recursos Materiais; Gestão da Água; Práticas Sociais.
Contexto de criação	Desenvolvido para aplicação no contexto norte-americano.	Adaptado para aplicação no contexto brasileiro.	Desenvolvida para o contexto brasileiro voltada para habitação.
Metodologia de avaliação	Avaliação dos edifícios é realizada por meio de uma lista de pré-requisitos (checklist) aos quais são atribuídos créditos baseados em uma lista de objetivos preexistentes. A classificação final é obtida pela soma dos pontos atingidos nas categorias.	A avaliação é feita de maneira evolutiva ao longo da estrutura em árvore composta de Categorias, Subcategorias e Preocupações.	A avaliação é feita por meio de uma relação de critérios e classificação, sendo alguns deles obrigatórios.
Complexidade de aplicação	Aplicação simples, no formato	Aplicação na forma de questionário,	Aplicação de forma de questionário,

	checklist, de fácil preenchimento.	aplicado por equipe de consultoria.	aplicada por equipe técnica da CEF
Sistema de classificação	Certificado; Prata; Ouro; Platina.	Bom; Superior; Excelente.	Bronze; Prata; Ouro.

QUADRO 09 – CRITÉRIO PARA ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

FONTE: Bueno (2010) adaptado pelo autor (2011)

Depois de realizado o comparativo entre as metodologias de certificação apresentadas no quadro 09, verificou-se o seguinte com relação aos itens analisados:

Critério de Avaliação: A metodologia LEED apresenta um maior número de critérios, tendo como vantagem uma avaliação mais detalhada. A AQUA está dividida em quatro itens abrangentes. Já o Selo Casa Azul não é tão segmentado quanto o LEED mais como diferencial consta o item Práticas Sociais, não contemplado pelas demais metodologias.

Contexto de criação:

Com relação ao contexto de criação, pode-se dizer que a metodologia LEED foi criada para o contexto norte-americano, a AQUA foi adaptada ao contexto brasileiro e o Selo Casa Azul desenvolvido para o contexto brasileiro, no entanto direcionado para habitação.

Metodologia de avaliação: A avaliação do LEED é realizada por meio de *checklist*, a do AQUA é desenvolvida de maneira evolutiva de acordo com as etapas da edificação e a do Selo Casa Azul por meio de uma relação de critérios de classificação, também ao longo das etapas da edificação.

Complexidade de aplicação:

O LEED apresenta como vantagem uma avaliação em forma de *checklist*, já a AQUA e o Selo Casa Azul avaliam por meio de questionários aplicados por consultores.

Sistema de classificação:

O LEED apresenta quatro níveis de classificação e a AQUA e o Selo Casa Azul três.

O quadro 10 apresenta um comparativo entre as categorias utilizadas na avaliação da sustentabilidade ambiental contidas em cada metodologia de certificação. Dentro das categorias os sistemas de certificação apresentam sua abrangência, sendo que algumas apresentam mais itens, outras menos ou nenhum item relacionado.

Categorias de Avaliação	Categorias a serem avaliadas por sistema de certificação		
	LEED	AQUA	Selo Casa Azul
Processo de projeto	-Inovação e Processo e Projeto	-Escolha integrada de produtos, sistemas, processos construtivos	- Projeto e conforto
Conexões	-Conexões com a comunidade	-Relação do edifício com o seu entorno	- Qualidade urbana
Implantação	-Espaço sustentável	- Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	
Consumo de recursos	-Uso racional da água -Materiais e recursos -Energia e Atmosfera	-Gestão de energia -Gestão da água -Escolha integrada de produtos, sistemas, processos construtivos	- Eficiência energética - Conservação de recursos materiais - Gestão da água
Emissões	-Energia e Atmosfera	-Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	-Conservação de recursos materiais
Conforto e qualidade ambiental	-Qualidade do Ambiente Interno	-Conforto higrotérmico -Conforto acústico -Conforto visual -Conforto olfativo -Qualidade sanitária dos ambientes, do ar e da água	-Qualidade urbana -Projeto e conforto
Aspectos sociais			- Práticas sociais
Planejamento de operação	-Inovação em Projeto	-Canteiro de obras com baixo impacto ambiental -Manutenção -Permanência do desempenho ambiental	- Práticas sociais

QUADRO 10 – CATEGORIAS PARA ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

FONTE: Bueno (2010) adaptado pelo autor (2011)

De acordo com a análise comparativa apresentada nos quadros 10 e 11, foi possível verificar que a metodologia melhor estruturada e que apresenta maior facilidade de aplicação é a LEED, pois seu formato em *checklist* é mais apropriado para etapa de pesquisa de campo, além de ser a mais difundida com relação à divulgação das práticas de edificações sustentáveis.

Ressalta-se que o objetivo principal não é a certificação, mas sim identificar se as obras públicas brasileiras podem incorporar ações de projeto que minimizem os impactos ambientais.

Portanto, para efetuar a avaliação da sustentabilidade ambiental da edificação pública do estudo de caso, foram utilizados os parâmetros da certificação LEED. No capítulo 4 será desenvolvido e apresentado com maiores detalhes o método, de acordo com sistema de certificação LEED e caso necessário, realizado adaptações e complementações para a coleta dos dados de campo.

No intuito de comparar os resultados apresentados nesta dissertação, seria interessante em trabalhos futuros testar outras certificações.

2.4 LEGISLAÇÃO APLICADA A EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

2.4.1 Instrução Normativa, de 19 de janeiro de 2010

O governo federal publicou em 19 de janeiro de 2010 a Instrução Normativa (IN) nº 01 para adoção de critérios de sustentabilidade ambiental, considerando os processos de extração ou fabricação, utilização e descarte dos produtos e matérias-primas, na contratação de serviços e obras por parte dos órgãos e entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. O artigo 2º da normativa a relata que:

“o instrumento convocatório deverá formular as exigências de natureza ambiental de forma a não frustrar a competitividade.”

O artigo 3º afirma que:

“nas licitações que utilizem como critério de julgamento o tipo melhor técnica ou técnica e preço, deverão ser estabelecidos no edital critérios objetivos de sustentabilidade ambiental para a avaliação e classificação das propostas.”

Fator importante é a observação com relação à elaboração do projeto básico, o qual deve ser elaborado levando em consideração a adoção de critérios de sustentabilidade ambiental, conforme menciona o art 4º da referida IN.

“nos termos do art. 12 da Lei nº 8.666, de 1993, as especificações e demais exigências do projeto básico ou executivo, para contratação de obras e serviços de engenharia, devem ser elaborados visando à economia da manutenção e operacionalização da edificação, a redução do consumo de energia e água, bem como a utilização de tecnologias e materiais que reduzam o impacto ambiental, tais como:

- I – uso de equipamentos de climatização mecânica, ou de novas tecnologias de resfriamento do ar, que utilizem energia elétrica, apenas nos ambientes aonde for indispensável;*
- II – automação da iluminação do prédio, projeto de iluminação, interruptores, iluminação ambiental, iluminação tarefa, uso de sensores de presença;*
- III – uso exclusivo de lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares de alto rendimento e de luminárias eficientes;*
- IV – energia solar, ou outra energia limpa para aquecimento de água;*
- V – sistema de medição individualizado de consumo de água e energia;*
- VI – sistema de reuso de água e de tratamento de efluentes gerados;*
- VII – aproveitamento da água da chuva, agregando ao sistema hidráulico elementos que possibilitem a captação, transporte, armazenamento e seu aproveitamento;*
- VIII – utilização de materiais que sejam reciclados, reutilizados e biodegradáveis, e que reduzam a necessidade de manutenção; e*
- IX – comprovação da origem da madeira a ser utilizada na execução da obra ou serviço.*

A IN além de entrar no mérito da sustentabilidade ambiental dos projetos e materiais empregados na edificação, ela também dá ênfase à mão de obra empregada na construção como também na destinação final do resíduo gerado.

“§ 1º Deve ser priorizado o emprego de mão de obra, materiais, tecnologias e matérias-primas de origem local para execução, conservação e operação das obras públicas.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduo de Construção Civil - PGRCC, nas condições determinadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, deverá ser estruturado em conformidade com o modelo especificado pelos órgãos competentes.”

Sem prejuízo das demais exigências contratuais, os órgãos e entidades da Administração Pública Federal, poderão exigir os seguintes critérios de sustentabilidade ambiental, conforme os seguintes incisos do art. 5º da IN:

“I – que os bens sejam constituídos, no todo ou em parte, por material reciclado, atóxico, biodegradável, conforme ABNT NBR – 15448-1 e 15448-2;

II – que sejam observados os requisitos ambientais para a obtenção de certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO como produtos sustentáveis ou de menor impacto ambiental em relação aos seus similares;

III – que os bens devam ser, preferencialmente, acondicionados em embalagem individual adequada, com o menor volume possível, que utilize materiais recicláveis, de forma a garantir a máxima proteção durante o transporte e o armazenamento; e

*IV – que os bens não contenham substâncias perigosas em concentração acima da recomendada na diretiva RoHS (**Restriction of Certain Hazardous Substances**), tais como mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cromo hexavalente (Cr(VI)), cádmio (Cd), bifenil-polibromados (PBBs), éteres difenil-polibromados (PBDEs).”*

2.4.2 Licitação

A exigência do poder público em licitar para contratar bens e serviços não é recente e remete ao tempo do Império, onde já existia a obrigação de licitar para obter a melhor aplicação dos recursos estatais. Segundo Alcoforado (1994), a Lei de 1º de outubro de 1828, em seu art. 47, estatuiu o seguinte:

“Poderão ajustar de empreitadas as obras que se houverem de fazer, mantendo-as primeiramente em pregão, para preferirem aqueles, que se oferecem por melhor preço, precedendo vistoria legal, publicação do plano, e sua avaliação; e na falta de empreiteiros, as poderão fazer por jornal. E quando as obras forem de grande importância, e alguns sócios ou empreendedores se oferecerem a fazê-las, percebendo algumas vantagens para sua indenização, enviarão as propostas aos Conselhos Gerais da Providência”.

Quem deve licitar?

Gonzales Borges (1994) menciona que a Lei nº 8.666/93 que trata das Licitações e Contratos Administrativos, já no parágrafo único do seu artigo 1º estabelece quais os órgãos que devem licitar. De maneira que subordinam-se ao regime desta Lei, além dos órgãos da administração direta, os fundos especiais, as autarquias, as fundações públicas, as empresas públicas, as sociedades de economia mista e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios.

De acordo com o Art. 3º da lei 8.666/93 *“A licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia e a selecionar a proposta mais vantajosa para a Administração e será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos”.*

Modalidades licitatórias

O art. 22 do Estatuto coleciona em seus incisos as modalidades licitatórias, quais sejam: concorrência, tomada de preços, convite, concurso e leilão.

2.4.3 Projeto Básico

A Lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993, referente às licitações e contratos da Administração Pública, define em seu artigo 7º, que as licitações para execução de obras e para prestação de serviços obedecerão à seguinte seqüência executiva:

- 1º- elaboração do projeto básico;
- 2º- elaboração do projeto executivo e
- 3º- execução das obras e serviços.

E acrescenta, no parágrafo 1º deste artigo:

“A execução de cada etapa será obrigatoriamente precedida da conclusão e aprovação, pela autoridade competente, dos trabalhos relativos às etapas anteriores, à exceção do projeto executivo, o qual poderá ser desenvolvido concomitantemente com a execução das obras e serviços, desde que também autorizado pela Administração.”

Com relação ao projeto básico, a lei em seus artigos 6º e 7º, estatui que:

Art. 7º (...) §2º As obras e os serviços somente poderão ser licitados quando: I - houver projeto básico aprovado pela autoridade competente e disponível para exame dos interessados em participar do processo licitatório; (...)

Art. 6º Para os fins desta Lei, considera-se: (...) IX - Projeto Básico - conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos: (...) b) soluções técnicas globais e localizadas,

suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem; (...)

Na Seção II – DAS DEFINIÇÕES, artigo 6º - Para os fins da Lei 8.666/93, considera-se:

Obra – toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta;

Serviço - toda atividade destinada a obter determinada utilidade de interesse para a Administração, tais como: demolição, conserto, instalação, montagem, operação, conservação, reparação, adaptação, manutenção, transporte, locação de bens, publicidade, seguro ou trabalhos técnico-profissionais;

Obras, serviços e compras de grande vulto – aquelas cujo valor estimado seja superior a 25 (vinte e cinco) vezes o limite estabelecido na alínea “c” do inciso I do artigo 23 desta Lei, ou seja, nesta data este valor é acima de R\$ 1.500.000,00.

O projeto básico é o conjunto de elementos que define a obra, o serviço ou o complexo de obras e serviços que compõem o empreendimento, de tal modo que suas características básicas e desempenho almejado estejam perfeitamente definidos, possibilitando a estimativa de seu custo e prazo de execução. Desta forma, pode-se afirmar que a falta de projeto básico ou a elaboração deficiente do mesmo, além de estar em desacordo com o estabelecido na Lei nº 8.666/93, ocasiona diversos problemas na etapa de execução da obra, bem como o órgão público estará sujeito a punição pelo Tribunal de Contas da União.

Segundo a Resolução 361/91 do CONFEA:

"Art. 2º - O projeto básico é uma fase perfeitamente definida de um conjunto mais abrangente de estudos e projetos, precedido por estudos preliminares, anteprojeto, estudos de viabilidade técnica, econômica e avaliação de impacto ambiental, e sucedido pela fase de projeto executivo ou detalhamento."

É importante ressaltar que o objeto de obras e serviços deve atender parâmetros exigidos por lei e necessidades sem ter características de marcas e produtos, salvo quando for tecnicamente justificável ou quando for sob o regime de administração contratada com previsão e discriminação no ato convocatório. Deve ser apresentada a justificativa tecnicamente com demonstrativo de vantagem para a administração em relação aos demais regimes sem ultrapassar os limites máximos estabelecidos.

O quadro 11 apresenta o nível de precisão desejado para os elementos que compõem o projeto básico. Também é especificado a margem de erro tolerável para cada tipo de projeto.

Tipo	Precisão	Margem de Erro	Projeto	Elementos Necessários
Avaliação	Baixa	30%	Anteprojeto	<ul style="list-style-type: none"> • Área construída • Padrão de acabamento • Custo unitário básico
Orçamento sintético	Média	10 a 15%	Projeto básico	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas principais • Especificações básicas • Preços de referência
Orçamento analítico	Alta	5%	Projeto executivo	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas detalhadas • Especificações completas • Preços negociados

QUADRO 11 – NÍVEL DE PRECISÃO DE PROJETOS

FONTE: TCU (2009)

3. MÉTODO DE PESQUISA

O propósito deste capítulo é apresentar o método de pesquisa que foi utilizado para a realização deste trabalho a fim de atingir o objetivo proposto. A metodologia engloba a escolha do tipo de pesquisa, o instrumento utilizado para coleta de dados e os parâmetros adotados para análise e apresentação dos resultados.

3.1. UNIDADE DE ANÁLISE

A unidade de análise estudada foram as edificações de salas de aula da IFES, localizadas no Campus da Cidade de Curitiba e financiadas pelo Programa REUNI. O estudo de caso foi uma edificação de aproximadamente 5.500 m² de área, composta de 4 pavimentos.

3.2. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Yin (2001), o projeto de pesquisa é a sequencia lógica que conecta os dados empíricos às questões de pesquisas iniciais do estudo e, em última análise, às suas conclusões. Este possibilita um esquema de quais questões estudar, quais dados são relevantes e como coletar e analisar os resultados. É relevante mencionar que cada estratégia de pesquisa tem vantagens e desvantagens, dependendo do tipo da questão da pesquisa, do controle que o pesquisador possui sobre eventos comportamentais e do foco do fenômeno, histórico ou contemporâneo.

Para Robson (2000) as estratégias e táticas que devem ser selecionadas para realizar a pesquisa dependem muito do tipo de questão que deverá ser respondida. Antes da escolha do método de pesquisa é necessário avaliar se o mesmo será útil ao fim a que se destina e estabelecer com clareza a questão que se quer responder ou saber. Tendo em vista esclarecer o objetivo ou os objetivos da pesquisa geralmente é utilizada uma classificação que é dividida em três partes: exploratória, descritiva e explicativa, conforme apresentado na figura 08.

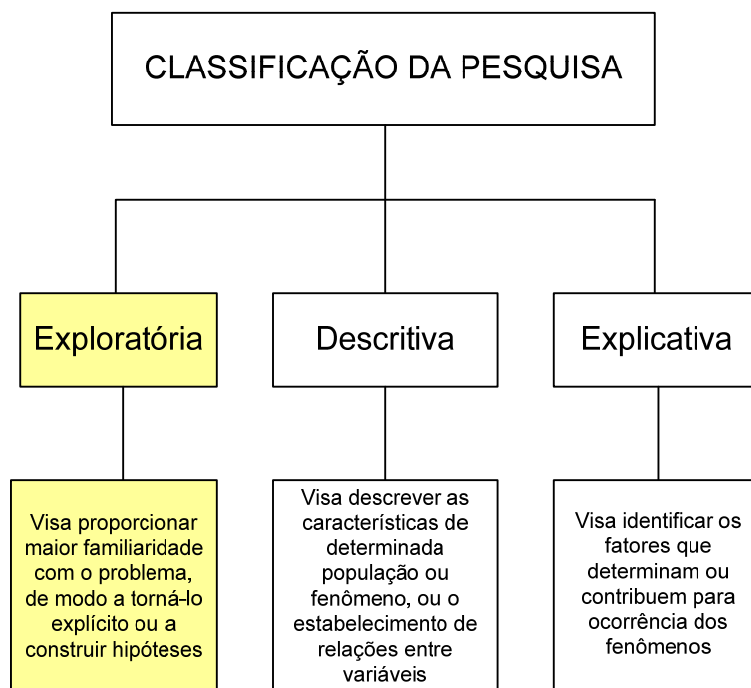


FIGURA 08 – CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

FONTE: Robson (2000), adaptado pelo autor (2010)

Para o objeto de estudo em questão, o tipo de pesquisa adotada foi a exploratória, pois segundo Robson (2000), o objetivo da pesquisa exploratória é descobrir o que está acontecendo, particularmente em situações pouco compreendidas, para procurar novas introspecções, quando o intuito é fazer perguntas, para acessar fenômenos sob nova ótica, para gerar idéias e hipóteses para pesquisas futuras e, ainda, é usualmente, mas não necessariamente, qualitativa. O autor ainda afirma que estudos de caso são apropriados para trabalhos exploratórios.

De acordo com Oliveira (2001), antes de se iniciar qualquer pesquisa de campo, o primeiro passo é a análise minuciosa de todas as fontes documentais que sirvam de suporte à investigação. A pesquisa preliminar – estudos exploratórios – deve ser realizada por dois aspectos: documentos, fontes primárias (pesquisas e material cartográfico, arquivos oficiais) e fontes secundárias (livros, jornais e revistas); e contatos diretos (pessoas que possam fornecer dados e/ou informações úteis).

3.3. NATUREZA DA PESQUISA

Esta pesquisa foi de natureza qualitativa buscando responder as questões trabalhando crenças e valores.

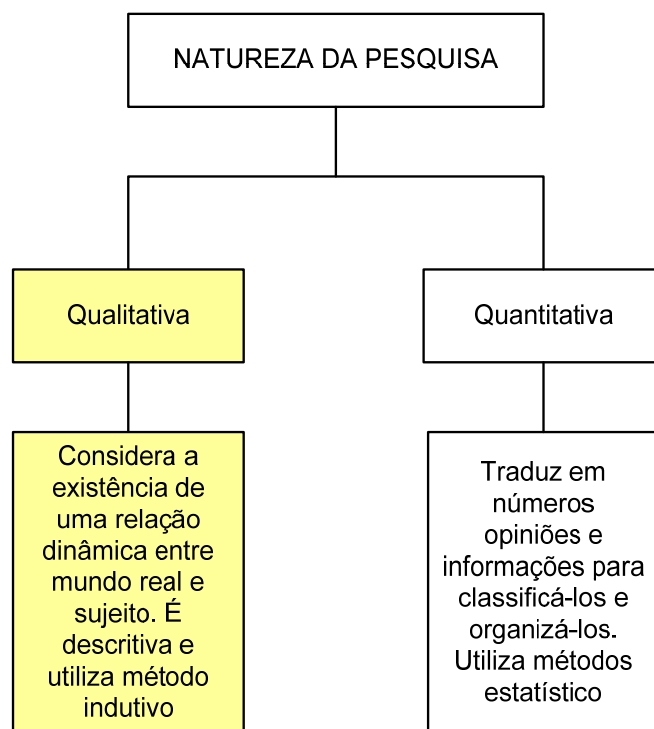


FIGURA 09 – NATUREZA DA PESQUISA

FONTE: Robson (2000), adaptado pelo autor (2010)

3.4. ESTRATÉGIA DA PESQUISA

A estratégia adotada foi o estudo de caso, pois o objetivo da pesquisa era avaliar a sustentabilidade ambiental das edificações construídas pela IFES. A coleta de dados foi por meio da aplicação de um *checklist* do sistema de certificação ambiental adotado para avaliar a edificação e como complementação para pesquisa, foi elaborado e aplicado um questionário com a equipe de profissionais envolvidos na concepção dos projetos das edificações da IFES. Os questionários são considerados instrumentos de

apoio à pesquisa científica. Entretanto, analisadas as inúmeras variáveis envolvidas, o sucesso dos resultados dependerá, essencialmente, do rigor aplicado ao planejamento e construção destes modelos (ROBSON, 2000).

De acordo com Yin (2001), o estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinar acontecimentos contemporâneos, porém quando não se podem manipular comportamentos relevantes, sendo que este método tem a capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências, sendo elas: documentos, artefatos, entrevistas e etc.

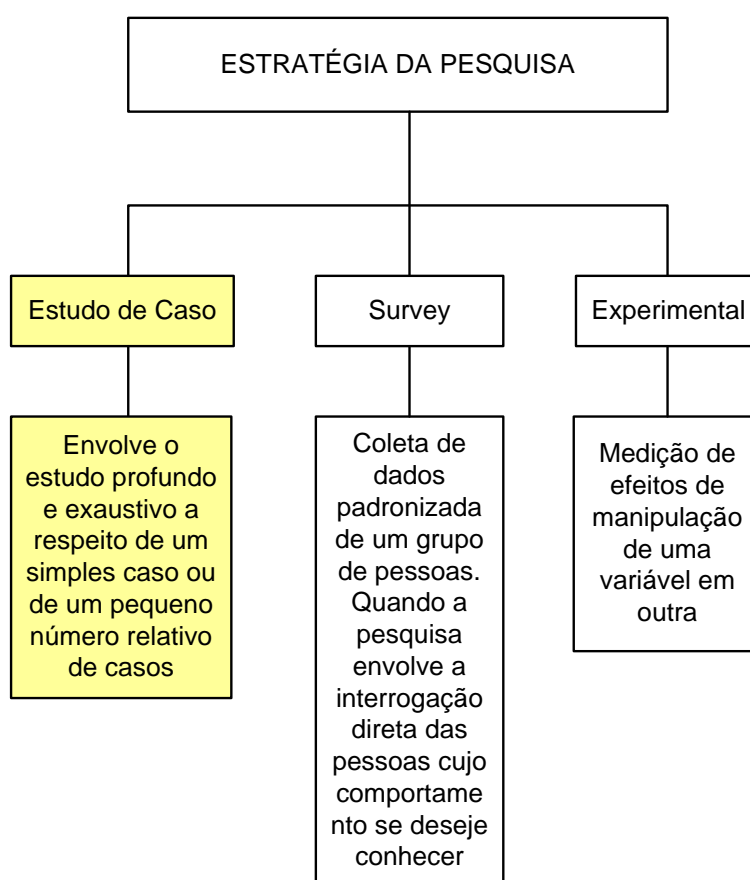


FIGURA 10 – ESTRATÉGIA DE PESQUISA

FONTE: Robson (2000), adaptado pelo autor (2010)

Desta forma, segundo Robson (2000), o modelo que melhor se enquadra ao tipo de questão foi o estudo de caso, tendo como objetivo exploratório de natureza qualitativa, onde se pretende analisar a sustentabilidade ambiental das edificações da

IFES, localizadas no Campus Ecoville e financiadas pelo Programa Reestruturação das Universidades Federais - REUNI.

A pesquisa bibliográfica foi realizada com a finalidade de conhecer diferentes abordagens do tema e para embasar o instrumento e a estratégia de análise da coleta de dados do estudo de caso. A base teórica, além de guia para a coleta dos dados auxiliou na generalização dos resultados obtidos com o estudo de caso.

3.5 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi baseada em três etapas: bibliográfica exploratória; levantamento de campo e avaliação da sustentabilidade ambiental das edificações em estudo; e análise dos resultados, conclusões e recomendações de projeto para edificações mais sustentáveis; conforme apresentado na figura 11.

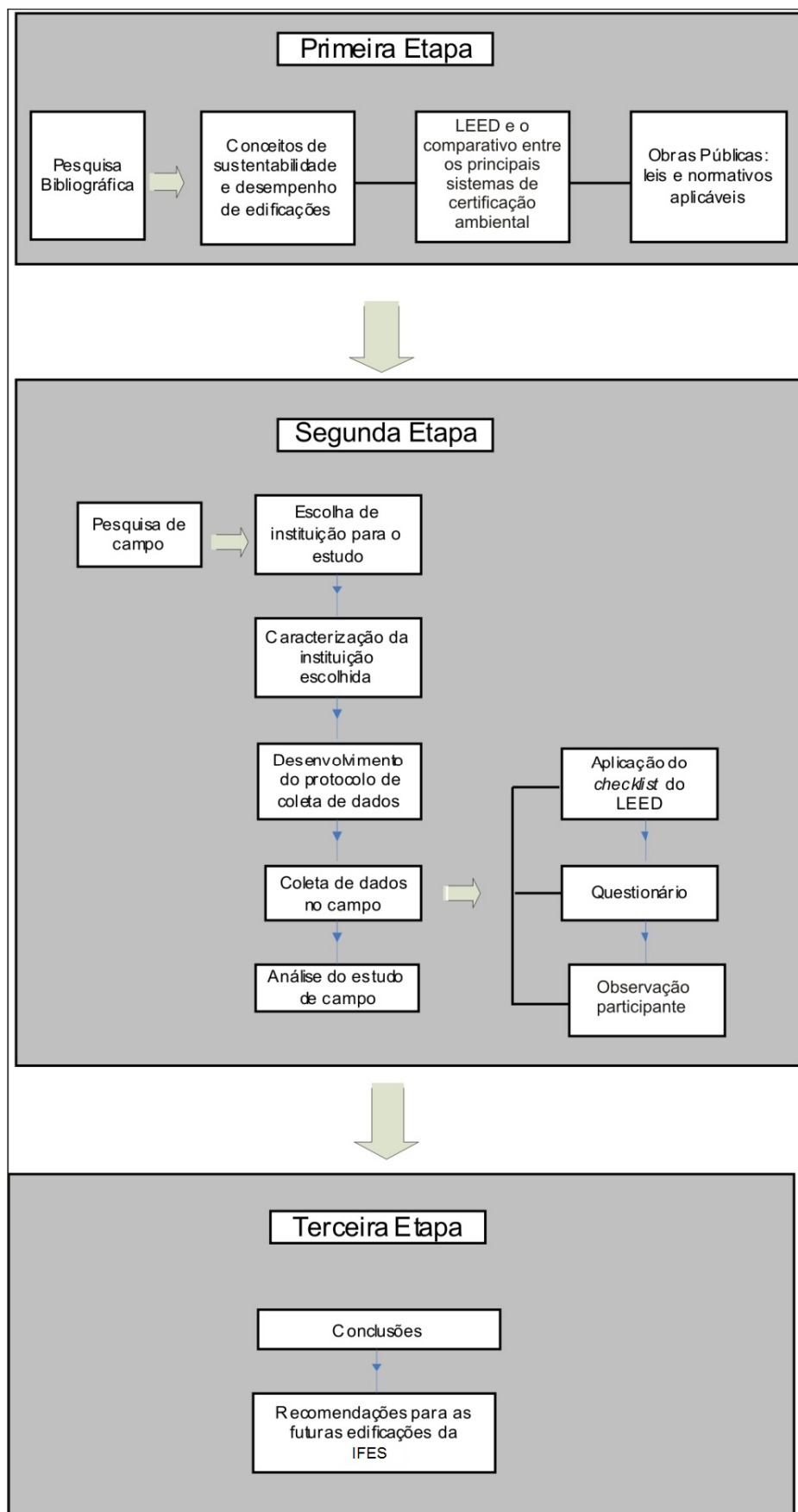


FIGURA 11 – ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

3.5.1 Primeira Etapa: Pesquisa Bibliográfica

A escolha para o referencial teórico seguiu as etapas estabelecidas por Gil (2002): **leitura exploratória**, ou seja, uma leitura rápida dos materiais para analisar se serviriam para a pesquisa ou não; **leitura seletiva**, com o objetivo de determinar o material que de fato interessaria à pesquisa; **leitura analítica**, a fim de compatibilizar e resumir as informações; e por último a **leitura interpretativa** dos textos selecionados.

O objetivo da leitura interpretativa foi relacionar o que o autor afirma com o problema para o qual se propõe uma solução, procurando conferir significado mais amplo aos resultados obtidos com a leitura analítica (GIL, 2002).

A fase de pesquisa bibliográfica baseou-se em três linhas de pesquisa: conceitos relacionados à sustentabilidade ambiental e desempenho das edificações; sistemas de avaliação e certificação ambiental; e legislação aplicada a obras públicas.

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida com base em material já elaborado, principalmente publicações, artigos científicos, teses, dissertações, monografias e pesquisas na internet.

3.5.2 Segunda Etapa: Estudo de Campo

A segunda etapa da pesquisa, estudo de campo, foi subdividida em: escolha da instituição para estudo; caracterização da instituição escolhida; desenvolvimento do protocolo de dados; estudo de campo para coleta de dados; e análise dos dados do estudo de campo.

3.5.2.1 Escolha da instituição para estudo

A instituição foi escolhida pelo fato da sua localização ser na cidade de Curitiba, ser pública e federal, por não ser uma instituição voltada para a construção de obras públicas e da qual o autor desta pesquisa faz parte do quadro de servidores, tendo assim livre acesso a toda documentação necessária para sua pesquisa.

3.5.2.2 Desenvolvimento do protocolo de dados

De acordo com YIN (2001), o protocolo de coleta de dados é de grande importância, uma vez que permite ao pesquisador lembrar-se constantemente do foco de sua pesquisa, bem como antecipar qualquer tipo de problema que possam vir a ocorrer.

O procedimento para coleta de dados foi feito primeiramente por meio do contato com a DIRPRO – Diretoria de Projetos e Obras, no intuito de formalizar a pesquisa junto à IFES. Na ocasião foi explicado ao diretor o propósito da pesquisa, bem como as hipóteses e os possíveis resultados esperados. Na sequência foi agendada uma reunião com o gerente do Campus Ecoville, local onde está localizada a edificação do estudo, para realizar uma visita *in loco* com o objetivo de conhecer a edificação e estudar a estratégia para coleta dos dados.

Uma reunião foi agendada com o responsável pela manutenção das edificações do campus para elucidar possíveis dúvidas da planilha de coleta de dados, em formato *check list*, para posterior levantamento de campo. Esses dados deram origem a um relatório de campo, o qual foi escrito de acordo com a certificação ambiental adotada para o estudo. É importante salientar que a observação participante e as entrevistas com a equipe responsável pela concepção dos projetos e fiscalização das obras foi fundamental para a realização do protocolo de coleta de dados. A figura 12 ilustra o protocolo de coleta de dados.



FIGURA 12 – DESENVOLVIMENTO DO PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

FONTE: Yin (2001), adaptado pelo autor (2011)

3.5.2.3 Coleta de dados: fontes de evidências

As fontes de evidências foram aplicadas na coleta de dados para avaliar o desempenho ambiental da edificação estudada, onde a mesma foi baseada no *checklist* do sistema certificação ambiental LEED. De acordo com o desempenho atingido, foi determinada a pontuação do edifício e o nível de certificação.

O desempenho ambiental do edifício foi avaliado de forma global, ao longo de todo o seu ciclo de vida, numa tentativa de considerar os preceitos essenciais do que constituiria um *Green building*.

Com relação ao armazenamento dos dados, Yin (2001) relata que é importante ter um banco de dados com todos os dados documentais e registros, e outro banco de dados para organização da pesquisa.

Nesta pesquisa, foi utilizado um sistema para armazenamento de todas as informações provenientes das fontes de evidências do estudo de campo através de arquivos eletrônicos.

3.5.2.4 Análise dos dados do estudo de campo

Nesta pesquisa primeiramente foi realizada a análise individual dos dados das fontes de evidência, sendo posteriormente utilizada a técnica de triangulação de dados entre os resultados das fontes de evidências.




Segundo Yin (2001), nos casos em que o tema da pesquisa conduz para dados qualitativos, a análise destes dados depende do rigor do estilo de pensar do pesquisador, da apresentação suficiente de evidências e da análise cuidadosa de interpretações alternativas.

Conforme Gil (2002), a análise deve partir de duas etapas: a primeira consiste em finalizar a pesquisa com a simples apresentação dos dados, e a segunda em interpretar os dados à procura dos mais amplos significados.

3.5.2.5 Validade dos Dados

Foi utilizada a técnica de triangulação dos dados, uma vez que para o uso de múltiplas fontes de evidência (questionário, documentação e observação participante) esta técnica possibilita uma convincente análise dos dados com validação interna (YIN, 2001). Segundo o mesmo autor, o processo de triangulação de dados é o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação, sendo a vantagem mais importante no uso de fontes múltiplas de evidências. Desta forma, a triangulação é o cruzamento dos dados por meio de fontes diversas de evidências, sendo que cruzamento de duas informações coincidentes permite a sua validação.

O quadro 12 ilustra a lógica usada para realizar a validação das fontes de evidência durante a coleta de dados.

FONTES DE EVIDÊNCIA			
CATEGORIA	CHECKLIST	DOCUMENTAÇÃO	OBSERV. PART. / QUESTIONÁRIO
 ESPAÇO SUSTENTÁVEL	Densidade urbana e conexões com a comunidade	Plano diretor do campus	Questão: 13. A localização do terreno permite o acesso à comunidade, bem como ao transporte público.
	Transporte alternativo, bicicletário e vestiário para ocupantes	Plano diretor do campus	
 USO RACIONAL DA ÁGUA	Redução do consumo de água em 30%	Projeto do sistema de captação e armazenamento de águas pluviais e	Questão: 5. Nas últimas licitações, a instituição contratou obras que colaboram para o menor consumo de energia e/ou água (ex: torneiras automáticas, lâmpadas econômicas).
 ENERGIA E ATMOSFERA	Otimização da performance energética	Projeto elétrico/arquitetônico e gestão do campus	Questão: 10. Nos últimos anos, a instituição promoveu campanhas entre os servidores visando diminuir o consumo de água e energia elétrica.
	Energia verde	Projeto de sistemas alternativos de geração de energia (solar e/ou eólica)	Questão: 8. Os projetos básicos ou executivos, na contratação de obras e serviços de engenharia, possuem exigências que levem à economia da manutenção e operacionalização da edificação, à redução do consumo de energia e água e à utilização de tecnologias e materiais que reduzam o impacto ambiental.

QUADRO 12 – EXEMPLO DE FONTES DE EVIDENCIA PARA TRIANGULAÇÃO DOS DADOS

FONTE: Elaborado pelo autor (2012)

FONTES DE EVIDÊNCIA			
CATEGORIA	CHECKLIST	DOCUMENTAÇÃO	OBSERV. PART. / QUESTIONÁRIO
 MATERIAIS E RECURSOS	Depósito e materiais reciclados	Layout do canteiro de obras	Questão: 9. No canteiro de obras ocorre separação dos resíduos recicláveis descartados, bem como sua destinação, como referido no Decreto nº 5.940/2006.
	Reuso de materiais/Conteúdo reciclado	Projeto arquitetônico e caderno de encargos	Questionário: 6. Na contratação de obras existe uma preferência pela aquisição de materiais passíveis de reutilização, reciclagem ou reabastecimento.
	Madeira certificada	Caderno de encargos	Questão: 1. Na concepção dos projetos tem sido incluídos critérios de sustentabilidade ambiental que levem em consideração os processos de extração ou fabricação, utilização e descarte dos produtos e matérias primas.
 QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	Controle da fumaça do cigarro	Gestão do campus e Lei Municipal Anti-fumo	Lei Municipal Anti-fumo
	Materiais com baixa emissão	Projeto arquitetônico e caderno de encargos	Questão: 1. A especificação dos materiais é feita dando-se preferência àqueles fabricados por fonte não poluidora bem como por materiais que não prejudicam a natureza (ex. produtos de limpeza biodegradáveis)
	Conforto térmico/Iluminação natural	Projeto arquitetônico e elétrico	Questão: 8. Os projetos básicos ou executivos, na contratação de obras e serviços de engenharia, possuem exigências que levem à economia da manutenção e operacionalização da edificação, à redução do consumo de energia e água e à utilização de tecnologias e materiais que reduzam o impacto ambiental.
 INOVAÇÃO E PROC. DE PROJETO	Inovação no projeto	Projeto arquitetônico e complementares	
 CRÉDITOS REGIONAIS	Prioridades ambientais específicas da região	Legislação Vigente e projeto básico	Questão: 4. Nos procedimentos licitatórios realizados, tem sido considerada a existência de certificação ambiental por parte das empresas participantes e produtoras (ex: ISO), como critério avaliativo ou mesmo condição na aquisição de produtos e serviços.

QUADRO 12 – EXEMPLO DE FONTES DE EVIDENCIA PARA TRIANGULAÇÃO DOS DADOS (CONT.)

FONTE: Elaborado pelo autor (2012)

3.5.3 Terceira Etapa: Conclusões e Recomendações

Esta etapa da pesquisa consiste em apresentar as conclusões do resultado da aplicação do sistema de certificação ambiental e propor recomendações de projeto para as futuras edificações da IFES.

As recomendações apresentadas no capítulo 5 basearam-se nos dados coletados, na bibliografia estudada e também na experiência do pesquisador.

Buscou-se listar recomendações que fossem viáveis para a realidade do Estudo de Caso. Focando não a certificação, mas sim a melhoria no ambiente construído tendo com foco as questões relacionadas à sustentabilidade ambiental.

4. RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS DO ESTUDO DE CASO

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos com a aplicação do *checklist* da certificação LEED-NC na edificação do estudo de caso. Primeiramente, apresentar-se-á a edificação e o local onde a mesma encontra-se e posteriormente apresenta-se a análise de acordo com cada categoria da certificação. A avaliação da edificação foi realizada seguindo a sequência proposta no *checklist*, verificando o enquadramento de acordo com projetos e a situação *in loco* da edificação. O objetivo não era certificar a edificação e sim propor medidas de projeto de modo a torná-la mais sustentável. Foi possível perceber que alguns itens do LEED não se aplicavam à realidade das edificações da IFES, por isto estes tópicos não foram pontuados.

4.1 APRESENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso era uma edificação escolar da Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), denominada Bloco B, situada no município de Curitiba-PR, a qual foi recebida para uso em março de 2011, (figura 13). Esta edificação abriga ambientes com diferentes especificidades, sendo composta por salas de aula, anfiteatros, biblioteca, restaurante universitário e banheiros. A diversidade de uso dos ambientes internos foi o que motivou a escolha desta edificação para o estudo de caso.

Este bloco foi construído dentro das metas do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI, sendo que na ocasião da concepção dos projetos os principais parâmetros levados em consideração foram menor custo e prazo de execução.



FIGURA 13 - FOTOGRAFIA DA EDIFICAÇÃO (SITUAÇÃO ATUAL)

FONTE: o autor (2011)

Principais características da edificação:

A edificação possui área total de 5.556,34m², distribuída em 4 (quatro) pavimentos, concebida da seguinte maneira:

Estrutura: pré-fabricada com lajes do tipo alveolares; **Vedação:** alvenaria de tijolos cerâmicos revestida com argamassa de cimento e cal; **Cobertura:** estrutura metálica com telhas ecológicas (caixas tetrapak); **Esquadrias:** ampla área de janelas em alumínio (janelas máximo-ar) e “peles” de vidro nas áreas de corredor central e escadaria; **Pavimentação:** em piso vinílico anti-derrapante nas salas e corredores, carpet nos anfiteatros, cerâmico nos sanitários e cozinha, e piso podotátil nas áreas de circulação; **Hidráulica:** torneira dos banheiros tipo acionamento automático; cisterna para captação de águas pluviais; sistema de prevenção de incêndio composta por rede de hidrantes; nas instalações sanitárias não estão previstos o aproveitamento da água de chuva para os vasos sanitários nem há previsão de utilização de água de reuso do efluente das torneiras dos banheiros; **Elétrica:** instalação elétrica composta por luminárias fluorescentes; rede lógica e de telecomunicações; **Divisórias:** gesso acartonado (drywall) para as salas de aula, possibilitando flexibilidade de layout, e granito nos banheiros; **Serralheria:** duas escadas laterais de emergência e corrimão com guarda-corpo nas escadas.



FIGURA 14 - IMPLANTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO NO CAMPUS ECOVILLE COM TODO PLANO DIRETOR REALIZADO








FONTE: o autor (2011)

A figura 14 apresenta o plano diretor completo do Campus Ecoville da IFES e a figura 18 mostra a vista aérea do campus na ocasião da construção do Bloco B. O campus era composto por dois terrenos, um de frente para o outro, sendo que futuramente está prevista a integração de ambos por meio de uma passarela sobre a via expressa de trânsito de ônibus. A edificação do estudo de caso está indicada na figura 14, e a mesma está situada entre os blocos A e B.

4.2 AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DA EDIFICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A avaliação foi realizada de acordo com as categorias constantes da metodologia de certificação ambiental LEED-NC. Cada categoria apresenta um *checklist* com uma série de créditos, totalizando 110 pontos, os quais foram relacionados à edificação em estudo, onde ao final a soma dos pontos obtidos nas categorias identificou o nível de certificação atingido, sendo: Certificado 40 a 49 pontos; Prata 50 a 59 pontos; Ouro 60 a 79 pontos; e Platinum 80 pontos ou mais.

O quadro 13 apresenta a representação em percentual de cada categoria pontuada pelo LEED-NC.

REPRESENTAÇÃO PERCENTUAL DE CADA CATEGORIA		
CATEGORIA		%
	ESPAÇO SUSTENTÁVEL	24%
	USO RACIONAL DA ÁGUA	9%
	ENERGIA E ATMOSFERA	32%
	MATERIAIS E RECURSOS	13%
	QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	14%
	INOVAÇÃO E PROCESSO DE PROJETO	5%
	CRÉDITOS REGIONAIS	4%

QUADRO 13 – REPRESENTAÇÃO PERCENTUAL DE CADA CATEGORIA DO LEED-NC EM RELAÇÃO A PONTUAÇÃO TOTAL

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

O procedimento para avaliação consistiu no estudo de campo da edificação *in loco*, ou seja, procedendo a análise de acordo com a edificação executada e em uso, confrontando a mesma com os créditos da certificação. As fontes de evidência para tanto foram: observação participante, documentos relacionados à edificação e aplicação de questionários com engenheiros e arquitetos que atuam na concepção e fiscalização de obras públicas.

A seguir apresenta-se os resultados obtidos em cada categoria analisada de acordo com a certificação LEED-NC.

4.2.1 Espaço Sustentável

O quadro 14 apresenta o rol de créditos constantes da categoria Espaço Sustentável com um total de 26 pontos, distribuídos de acordo com um Pré-requisito relativo à prevenção da poluição na atividade da construção, ou seja, na etapa de

construção no canteiro de obras, seguido de oito créditos, relacionados da seguinte maneira:

O primeiro crédito trata da seleção do terreno, totalizando 1 ponto. O segundo é relativo à densidade urbana e conexão com a comunidade, com valor 5 pontos. O terceiro refere-se a remediação de áreas contaminadas, totalizando 1 ponto. O quarto crédito é relativo à utilização de meios de transporte alternativos, podendo garantir até 6 pontos para este item. O quinto crédito refere-se ao desenvolvimento do espaço, com valor até 2 pontos. O sexto crédito trata do projeto para águas pluviais, com 1 ponto para o controle da quantidade e 1 para o controle da qualidade. O sétimo crédito é relativo ao controle das ilhas de calor, com 1 ponto para áreas cobertas e 1 para áreas descobertas. O oitavo e último crédito refere-se a redução da poluição luminosa, valendo 1 ponto.

Espaço Sustentável		26 Pontos
Pré-requisito 1	Prevenção da poluição na atividade da Construção	Requisito
Crédito 1	Seleção do Terreno	1
Crédito 2	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	5
Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas	1
Crédito 4.1	Transporte Alternativo, Acesso ao Transporte público	6
Crédito 4.2	Transporte Alternativo, Bicicletário e Vestiário para os ocupantes	1
Crédito 4.3	Transporte Alternativo, Uso de Veículos de Baixa emissão	3
Crédito 4.4	Transporte Alternativo, Área de estacionamento	2
Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço, Proteção e restauração do Habitat	1
Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço, Maximizar espaços abertos	1
Crédito 6.1	Projeto para águas Pluviais, Controle da quantidade	1
Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais, Controle da qualidade	1
Crédito 7.1	Redução da ilha de calor, Áreas Descobertas	1
Crédito 7.2	Redução da ilha de calor, Áreas Cobertas	1
Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa	1

QUADRO 14 – CATEGORIA ESPAÇO SUSTENTÁVEL

FONTE: GBC Brasil (2011)

4.2.1.1 Análise *in loco* e verificação de projeto

Pode-se afirmar que a etapa de construção da edificação é responsável por uma parcela significativa dos impactos causados pela construção civil no ambiente, principalmente os consequentes às perdas de materiais e à geração de resíduos e os referentes às interferências no entorno da obra.

Assim, é de suma importância atentar para a redução dos impactos ou modificações resultantes no ambiente causados pela etapa de construção, sendo que tais impactos são resultantes das atividades desenvolvidas durante a execução de diferentes serviços constantes numa obra.

Nesse sentido, analisando o assunto com relação ao Pré-requisito da categoria em estudo, pode-se afirmar que na ocasião da construção da edificação, não houve a preocupação com a prevenção da poluição nas atividades desenvolvidas no canteiro de obras.

As etapas da obra foram sendo executadas de modo convencional, ou seja, com a preocupação da qualidade, prazo e custo, figuras 15 e 16, não levando em consideração os critérios ambientais, mesmo porque no momento da elaboração do edital de licitação não foi considerada nenhuma metodologia de certificação ambiental como parâmetro. Havia somente um dispositivo constante do edital, relacionado à obrigação da contratada em elaborar um Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil – PGRCC, bem como seria de responsabilidade da contratada a destinação final dos resíduos gerados de forma ambientalmente correta. Foi localizado o plano elaborado pela contratada, porém não foi possível apurar se o mesmo foi cumprido conforme estabelecido.

Desta forma, a edificação em análise não atende ao pré-requisito constante desta categoria.



FIGURA 15 – FOTOGRAFIA DO CANTEIRO DE OBRAS NA ETAPA DE INÍCIO DA CONSTRUÇÃO DA EDIFICAÇÃO

FONTE: o autor (2011)



FIGURA 16 – FOTOGRAFIA DA ETAPA DE MONTAGEM DA ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA

FONTE: o autor (2011)

Com relação ao crédito 1, relativo à seleção do terreno, pode-se dizer que no caso das Universidades Federais, os terrenos utilizados para construção dos campus são fruto de doações de prefeituras e governo estadual, onde muitas vezes não há possibilidade de escolha, limitando-se as negociações a maior área de terreno possível, pois este parâmetro refletirá na possibilidade de expansão futura do campus. Assim, muitos parâmetros ambientais, que deveriam ser considerados na aquisição do terreno, não são analisados e ficam para discussão futura, na ocasião da elaboração do plano diretor do campus e na aprovação nos órgãos competentes. Desta forma, pode-se considerar que para o estudo de caso em questão, não foi cumprido o crédito 1.

No que diz respeito ao crédito 2, referente à densidade urbana e conexões com a comunidade, pode-se afirmar que a localização do campus é privilegiada, conforme figura 17, pois está localizada em uma região que vem sofrendo grande expansão nos últimos anos e com isso o município realizou investimentos na infraestrutura urbana, com construção de vias expressas, binários, linhas de ônibus, sem mencionar que o campus está localizado a menos de um quilometro do terminal de ônibus, possibilitando acesso a toda a cidade, inclusive região metropolitana. É importante salientar que a região do campus é servida por ampla infraestrutura urbana, sem deixar de valorizar e preservar as áreas verdes. Assim, a edificação atende ao crédito 2.



FIGURA 17 – FOTOGRAFIA AÉREA DO CAMPUS EM OUTUBRO DE 2011, DEMONSTRANDO A REGIÃO ONDE ESTÁ INSERIDA E A INFRAESTRUTURA URBANA LOCAL

FONTE: o autor (2011)

No que diz respeito ao crédito 3, relativo à remediação de áreas contaminadas, pode-se afirmar que este item não foi considerado, tendo em vista o local da edificação em estudo tratar-se de uma região em desenvolvimento, ou seja, ainda está em fase de expansão e sua infraestrutura é recente, não necessitando de adaptações ou correções. Desta forma, não atendido o crédito 3.

Com relação ao crédito 4.1, referente aos meios de transporte alternativo, conforme mencionado para o item anterior, o campus é servido por uma gama de linhas de ônibus, oferecendo a possibilidade de conexões com todas as regiões da cidade, figura 18. Também, conforme é possível verificar na figura 14 – Plano Diretor – há uma ampla área de estacionamento, crédito 4.4, contando com duas áreas externas e dois edifícios garagem, totalizando aproximadamente 1500 vagas. Ponto falho do plano diretor é a falta de previsão de bicicletários, fator importante que deveria ter sido levado em consideração, pois trata-se de um meio de transporte da mobilidade urbana sustentada que está crescendo gradativamente, tendo em vista o trânsito cada vez mais complicado nos centros urbanos.

No que diz respeito ao crédito 5.1, relativo ao desenvolvimento do espaço com restauração e proteção do habitat, pode-se afirmar que não houve a preservação da mata

nativa do terreno, pois para a construção das edificações do campus foi necessário suprimir grande parte da mata de eucaliptos, não sendo possível proceder a restauração na área de construção da edificação.

Nesse sentido, a modificação da qualidade da paisagem, decorrentes da supressão vegetal gera um processo dinâmico de alteração do ecossistema local, ocasionando riscos à fauna e à flora, sendo importante ressaltar que é comum, nos canteiros, que parte da vegetação seja preservada e, neste caso, é preciso tomar as devidas precauções para que não existam danos (CARDOSO, F.; ARAUJO, V., 2007).

Cabe ressaltar que a supressão vegetal foi realizada com autorização dos órgãos de fiscalização ambiental, sendo necessária devido a área do terreno ser limitada e se mantida as árvores inviabilizaria o plano diretor do campus. Assim, pode-se considerar que o crédito 5.1 não foi cumprido.



FIGURA 18- FOTOGRAFIA AÉREA DA IMPLANTAÇÃO DO BLOCO B NO CAMPUS ECOVILLE, MARÇO DE 2010 DURANTE AS OBRAS

FONTE: o autor (2011)

Para o crédito 5.2, relativo à maximização de espaços abertos, relata-se que como a área do terreno não era muito ampla para atender a demanda da IFES de blocos de salas de aula e laboratórios, foi necessário reduzir ao máximo as áreas externas, com isso priorizando as edificações. Desta maneira, praticamente não há espaços externos, figura 19. Este crédito não foi cumprido.



FIGURA 19 – FOTOGRAFIA AÉREA DA OCUPAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES NO TERRENO MOSTRANDO AS POUCAS ÁREAS EXTERNAS EXISTENTES

FONTE: IFES estudo de caso (2011)

Com relação ao crédito 6.1, relativo ao projeto para águas pluviais, há previsão em todas as edificações de captação de águas pluviais precipitada nos telhados, com armazenamento em cisterna com uso específico, figura 20. No entanto, somente houve a preocupação com a quantidade e não com a qualidade, conforme o crédito 6.2. Desta forma, pode-se afirmar que o crédito 6.1 foi cumprido.



FIGURA 20 – CAPTAÇÃO E CONDUÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

FONTE: o autor (2011)

Para o crédito 7.1, relativo à redução das ilhas de calor em áreas descobertas, relata-se que há poucas áreas descobertas no campus, de modo que este item não foi levado em consideração na concepção do plano diretor. Já para o crédito 7.2, há uma edificação no campus, o bloco IJ, que possui uma cobertura verde, contribuindo para redução da ilha de calor em áreas cobertas. Salienta-se que levar em consideração este item para apenas uma edificação do campus é muito aquém do necessário. Assim, a edificação não atende aos créditos 7.1 e 7.2.

Com relação ao crédito 8, relata-se que não foi considerada nenhuma medida para redução da poluição luminosa, mas que apesar disso não há excessos nem poluição que se registre ou que ocasione algum comprometimento ao conforto dos usuários. Porém não houve nenhuma preocupação em mensurar a luminosidade da edificação, não havendo comprometimento com a questão, deste modo, pode-se considerar que não há pontuação para este crédito.

4.2.1.2 Pontuação Atingida

A análise promovida para espaço sustentável na edificação objeto do estudo de caso levou em consideração a presença, *in loco* e ou em projeto, de meios ou recursos que possibilitassem a condição de atendimento da categoria em análise.

Ressalta-se que o crédito 7.2, referente à redução de ilhas de calor em áreas de cobertura foi atendido parcialmente, desta forma não sendo considerada a sua pontuação e que o pré-requisito também não foi cumprido.

A pontuação para esta categoria ficou conforme o quadro 15 a seguir:

Espaço Sustentável		26 Pontos
Pré-requisito 1	Prevenção da poluição na atividade da Construção	Requisito
Crédito 1	Seleção do Terreno	1
Crédito 2	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	5
Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas	1
Crédito 4.1	Transporte Alternativo, Acesso ao Transporte público	6
Crédito 4.2	Transporte Alternativo, Bicicletário e Vestiário para os ocupantes	1
Crédito 4.3	Transporte Alternativo, Uso de Veículos de Baixa emissão	3
Crédito 4.4	Transporte Alternativo, Área de estacionamento	2
Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço, Proteção e restauração do Habitat	1
Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço, Maximizar espaços abertos	1
Crédito 6.1	Projeto para águas Pluviais, Controle da quantidade	1
Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais, Controle da qualidade	1
Crédito 7.1	Redução da ilha de calor, Áreas Descobertas	1
Crédito 7.2	Redução da ilha de calor, Áreas Cobertas	1
Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa	1

QUADRO 15 – PONTUAÇÃO ATINGIDA

FONTE: GBC Brasil (2011), adaptado pelo autor (2012)

Desta forma, a pontuação atingida foi de 14 pontos, ou seja, ligeiramente superior a metade dos 26 pontos previstos para a categoria.

4.2.2 Uso Racional da Água

O quadro 16 apresenta o rol de créditos constantes da categoria Uso Racional da Água e nela consta um total de 10 pontos, distribuídos de acordo com um Pré-requisito relativo à adoção de iniciativas que visem à redução do uso da água, além de três créditos, relacionados da seguinte maneira:

O primeiro crédito trata do uso eficiente de água no paisagismo, o qual apresenta duas opções, uma com a redução de 50% do uso da água e outra com a utilização de água não potável para irrigação. Pode-se garantir até 4 pontos com este item. O segundo crédito tem valor dois e é relativo à implantação de tecnologias inovadoras para águas servidas. O terceiro trata da implementação de iniciativas de projeto que visem a redução do consumo de água, nos percentuais de 30, 35 e 40%, com a pontuação variando de 2 até 4 pontos.

Uso Racional da Água		10 Pontos
Pré-requisito 1	Redução no Uso da Água	Requisito
Crédito 1	Uso eficiente de água no paisagismo	2 a 4
	<input type="checkbox"/> Redução de 50%	2
	<input type="checkbox"/> Uso de água não potável ou sem irrigação	4
Crédito 2	Tecnologias Inovadoras para águas servidas	2
Crédito 3	Redução do consumo de água	2 a 4
	<input type="checkbox"/> Redução de 30%	2
	<input type="checkbox"/> Redução de 35%	3
	<input type="checkbox"/> Redução de 40%	4

QUADRO 16 – CATEGORIA USO RACIONAL DA ÁGUA

FONTE: GBC Brasil (2011)

4.2.2.1 Análise *in loco* e verificação de projeto

Tendo em vista o uso racional da água, as medidas de conservação da água potável da edificação englobam o aproveitamento da água de chuva, reuso de água e a utilização de componentes hidráulicos economizadores de água, conforme a figura 21, onde a economia de água potável corresponde à implementação das três medidas de conservação.

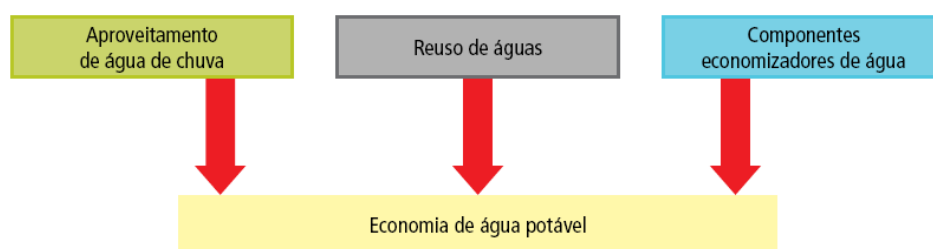


FIGURA 21 – MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

FONTE: Lamberts et al (2010)

A adoção de ações que visem o uso racional da água justifica-se tendo em vista que o consumo de água não potável de uma edificação representa aproximadamente 55% do total consumido, conforme demonstra o gráfico da figura 22.



FIGURA 22 – GRÁFICO ILUSTRATIVO DO CONSUMO PERCENTUAL DE ÁGUA POTÁVEL E NÃO POTÁVEL DE EDIFICAÇÕES

FONTE: Viggiano (2010)

De acordo com o exposto, foram analisadas as medidas de conservação da água, no intuito de verificar se a edificação do estudo de caso adotava medidas que reduziam o consumo de água potável nos percentuais previstos para a categoria em estudo do LEED-NC.

4.2.2.1.1 Aproveitamento da água de chuva

Analizando os projetos hidráulicos e verificando *in loco* a edificação, constatou-se que a mesma possuía uma rede hidráulica para captação e condução da água de chuva precipitada, desde a cobertura até uma cisterna em concreto armado que contém um reservatório específico para o armazenamento desta água com capacidade de 36 m³, cisterna 3, figura 23.

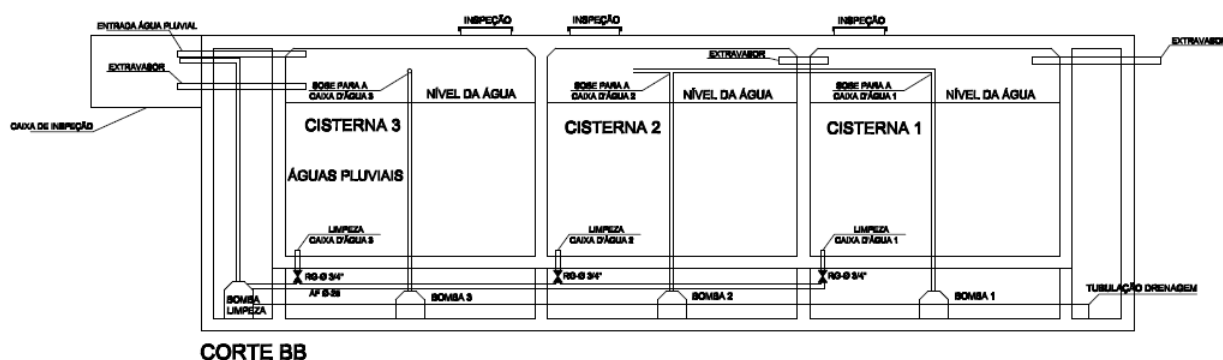


FIGURA 23 – DETALHE DE PROJETO DO CORTE DAS CISTERNAS DO BLOCO B, CONSTANDO A CISTERNA 3 PARA ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DE CAPTAÇÃO DA CHUVA

FONTE: o autor (2011)

O gestor do câmpus relatou que havia previsão de utilização destas águas somente para lavagem de calçadas e rega de jardim, por meio de uma torneira localizada na parte externa da edificação. Ocorre que na ocasião da verificação, esta torneira não estava em funcionamento, pois o sistema de recalque não foi implementado e a água captada e armazenada na cisterna estava sendo extravasada em uma caixa de passagem para posterior lançamento na rede pública de águas pluviais, ou seja, o sistema de aproveitamento da água de chuva não estava sendo utilizado.

Na vistoria e nos projetos verificou-se a existência de uma caixa d'água elevada, localizada na cobertura da edificação, contendo 2 células, específicas para armazenamento da água potável, não havendo previsão para o armazenamento da água da chuva, figura 24.

Desta forma, as águas para reuso são classificadas, de acordo com a sua origem, em: cinzas claras, quando compostas por efluentes provenientes de tanques, banheiras, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupas; cinzas escuras as provenientes de pias de cozinha; e negras as efluentes dos vasos sanitários.

O tipo de reuso que se aplicava a edificação do estudo de caso era para às águas cinza claras, provenientes dos lavatórios dos banheiros. A adoção deste sistema se justificaria, tendo em vista o grande número de lavatórios presente na edificação e que praticamente todos os usuários utilizariam deste para fazer a higiene com a lavagem das mãos, ao menos uma vez na permanência na edificação.

No entanto, analisando o projeto hidráulico e procedendo a verificação *in loco* da edificação, não foi constatada a existência do sistema de reuso de águas. Nos projetos estava previsto a interligação das águas cinza claras, provenientes dos lavatórios, com as oriundas dos vasos sanitários, negras. Deste modo, inviabilizando a utilização deste sistema como complementação ao uso racional da água na edificação.

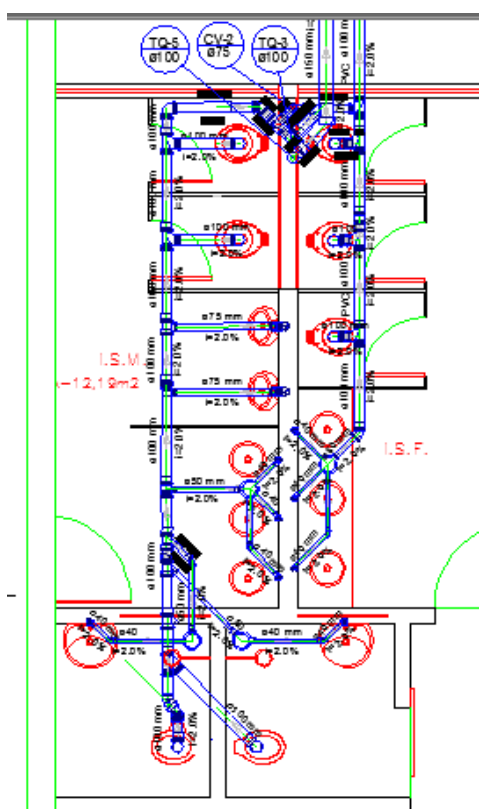


FIGURA 25 – DETALHE DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO DOS BANHEIROS MOSTRANDO A CAPTAÇÃO DAS ÁGUAS CINZA CLARAS (LAVATÓRIOS) E NEGRAS (VASOS) NO MESMO TUBO COLETOR 100MM

FONTE: o autor (2011)

4.2.2.1.3 Componentes Economizadores de Água

Os componentes que promovem baixo consumo de água, também conhecidos como equipamentos ou dispositivos economizadores de água, têm como objetivo contribuir para a redução do consumo. De acordo com a utilização, alguns independem da ação do usuário ou da mudança de seu comportamento, enquanto outros facilitam a diminuição do consumo, porém todos devem manter o conforto e a segurança sanitária das instalações.

Tendo em vista o uso racional da água na edificação do estudo de caso, dentre as ações necessárias para obter a maior economia possível de água potável, torna-se necessário a adoção de equipamentos hidráulicos e componentes economizadores, tais como restritores de vazão, bacias sanitárias de volume reduzido, arejadores, entre outros. Nesse sentido, os equipamentos podem ser classificados, de acordo com a forma de atuação para a otimização do consumo de água em: controle da vazão de utilização e controle do tempo de uso ou de uma combinação desses sistemas.

Na ocasião da verificação *in loco* constatou-se que todos os banheiros da edificação de estudo possuem torneiras de pressão, porém as mesmas não continham o dispositivo arejador ou pulverizador para redução do consumo de água, conforme demonstra a figura 26.



FIGURA 26 – FOTOGRAFIA DA TORNEIRA DE PRESSÃO SEM AREJADOR OU PULVERIZADOR

FONTE: o autor (2011)

O sistema de descarga dos vasos sanitários é o convencional, ou seja, aquele composto por válvula sanitária tipo hidra, embutida na alvenaria e com tubulação de

40mm, conforme figura 27. De acordo com a situação verificada *in loco*, não havia redução do consumo de água potável, pois tratava-se de aparelho de utilização comum.



FIGURA 27 – FOTOGRAFIA DOS APARELHOS SANITÁRIOS

FONTE: o autor (2011)

4.2.2.2 Pontuação atingida

A análise promovida para o uso racional da água na edificação objeto do estudo de caso levou em consideração a presença, *in loco* e em projeto, de sistemas hidráulicos de aproveitamento de água de chuva, reuso de efluentes cinza claro e aparelhos economizadores de água.

Percebeu-se que com relação ao crédito 1, referente ao uso eficiente da água no paisagismo, a edificação não atendia a este quesito, pois o sistema de aproveitamento de água de chuva, o qual tinha previsão para utilização em torneira de jardim, não estava apto para funcionamento. Também não haviam sistemas implementados que proporcionassem o reuso de águas cinza claro, nem previsão de utilização de água não potável para descarga de vasos sanitários.

Com relação ao crédito 2, relativo a adoção de tecnologias inovadoras para águas servidas, pode-se afirmar que o sistema previsto para colaborar no uso racional da água era convencional, desta forma, o crédito não foi cumprido.

Para o crédito 3, relativo a redução do consumo de água, pode-se afirmar que a adoção de torneiras de acionamento automático colaboram para redução do consumo de água e este ganho era considerável em se tratando de ambientes com grande circulação de pessoas que se utilizam das torneiras uma ou mais vezes diariamente. Foi constatado que nas torneiras não constava dispositivo arejador ou pulverizador para que a redução fosse efetivamente eficiente, desta forma, não houve pontuação para este crédito, pois a redução proporcionada era provavelmente inferior ao mínimo previsto de 30%.

Assim, diante da análise realizada, não houve pontuação para esta categoria.

4.2.3 Energia e Atmosfera

O quadro 17 apresenta os créditos constantes da categoria Energia e Atmosfera e nela consta um total de 35 pontos, distribuídos de acordo com três Pré-requisitos: comissionamento dos sistemas de energia, performance mínima dos sistemas de energia e gestão fundamental de gases refrigerantes. Além dos pré-requisitos há também seis créditos, relacionados da seguinte maneira:

O primeiro crédito trata da otimização da performance energética, com pontuação variando de 1 até 19 pontos, conforme o percentual atingido, de 12 a 48% para prédios novos e 8 a 44% para prédios reformados. O segundo crédito é relativo à geração local de energia renovável, com pontuação variando de 1 a 7 pontos, conforme o percentual atingido, o qual varia de 1 a 13%. O terceiro crédito refere-se a melhoria no comissionamento, totalizando 2 pontos. O quarto crédito é relativo à melhoria na gestão de gases refrigerantes, com valor de 2 pontos. O quinto crédito refere-se a medições e verificações, totalizando 3 pontos. O sexto crédito trata da energia verde, com 2 pontos.

Energia e Atmosfera		35 Pontos
Pré-requisito 1	Comissionamento dos sistemas de energia	Requisito
Pré-requisito 2	Performance Mínima de Energia	Requisito
Pré-requisito 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes, Não uso de CFC's	Requisito
Crédito 1	Otimização da performance energética	1 a 19
	12% Prédios novos ou 8% Prédios reformados	1
	14% Prédios novos ou 10% Prédios reformados	2
	16% Prédios novos ou 12% Prédios reformados	3
	18% Prédios novos ou 14% Prédios reformados	4
	20% Prédios novos ou 16% Prédios reformados	5
	22% Prédios novos ou 18% Prédios reformados	6
	24% Prédios novos ou 20% Prédios reformados	7
	26% Prédios novos ou 22% Prédios reformados	8
	28% Prédios novos ou 24% Prédios reformados	9
	30% Prédios novos ou 26% Prédios reformados	10
	32% Prédios novos ou 28% Prédios reformados	11
	34% Prédios novos ou 30% Prédios reformados	12
	36% Prédios novos ou 32% Prédios reformados	13
	38% Prédios novos ou 34% Prédios reformados	14
	40% Prédios novos ou 36% Prédios reformados	15
	42% Prédios novos ou 38% Prédios reformados	16
	44% Prédios novos ou 40% Prédios reformados	17
	46% Prédios novos ou 42% Prédios reformados	18
	48% Prédios novos ou 44% Prédios reformados	19
Crédito 2	Geração local de energia renovável	1 a 7
	1% Energia Renovável	1
	3% Energia Renovável	2
	5% Energia Renovável	3
	7% Energia Renovável	4
	9% Energia Renovável	5
	11% Energia Renovável	6
	13% Energia Renovável	7
Crédito 3	Melhoria no comissionamento	2
Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2
Crédito 5	Medições e Verificações	3
Crédito 6	Energia Verde	2

QUADRO 17 – CATEGORIA ENERGIA E ATMOSFERA

FONTE: GBC Brasil (2011)

4.2.3.1 Análise *in loco* e verificação de projeto

Com relação ao pré-requisito 1, relativo ao comissionamento dos sistemas de energia, percebeu-se que o intuito deste item era verificar se havia um programa de garantia da qualidade dos sistemas relacionados com o uso da energia, onde os mesmos deveriam ser instalados e calibrados de acordo com o desempenho e requisitos do projeto executivo.

O comissionamento abrange todos os sistemas da edificação que se relacionem com o uso de energia, tais como: ar condicionado, ventilação, aquecimento e etc.

Foi observado nos projetos, caderno de encargos e memorial descritivo, bem como na verificação *in loco*, que não constava a existência de procedimento de comissionamento dos sistemas elétricos da edificação. O gestor do campus reconhecia a importância de adotar medidas que favorecessem a qualidade e melhorassem o desempenho da edificação, no entanto, afirmou que tais políticas não estavam no escopo

do contrato e que até aquele momento não havia previsão de serem implantadas. Desta forma, pode-se afirmar que o pré-requisito 1 não foi atendido.

No que diz respeito ao pré-requisito 2, relativo a performance mínima de energia, percebeu-se que não haviam dispositivos de medição e aferição do rendimento das instalações da edificação, deste modo, impossibilitando análises no sentido de verificar a eficiência dos sistemas instalados. Assim, não atendeu ao pré-requisito 2.

Para o pré-requisito 3, referente à gestão fundamental de gases refrigerantes, livres de CFC's, verificou-se que não havia previsão de instalação de sistemas de ar condicionados na edificação. Porém, existia na cozinha do restaurante universitário, câmara frigorífica para congelamento e resfriamento de alimentos. No entanto, conforme disposto no catálogo técnico do fabricante, os gases liberados são livres de CFC, ou seja, seu funcionamento não compromete o meio ambiente. Desta forma, o pré-requisito 3 foi atendido.

Com relação ao crédito 1, relativo a otimização da performance energética da edificação, pode-se afirmar que não constam em projetos e caderno de encargos, qualquer menção ou descrição a respeito de uma metodologia de otimização ou performance do consumo de energia. O gestor do campus reconheceu a importância de adotar medidas que favorecessem a qualidade e melhorassem o desempenho da edificação, no entanto, mencionou que tais políticas não estavam no escopo do contrato e que não havia previsão de serem implantadas até aquele momento. Assim, não foi possível apurar um percentual de otimização, conforme consta no *checklist*, pois não estão implementados meios para otimizar o consumo de energia e fornecer parâmetros em termos de rendimento e eficiência. Desta forma, o crédito 1 não foi atendido.

No que diz respeito ao crédito 2, referente à geração local de energia renovável, percebeu-se que não constava em projetos e caderno de encargos, bem como *in loco*, qualquer menção ou descrição a respeito de um sistema de geração de energia renovável. Da mesma forma que relatado para os créditos anteriores, o gestor do campus reconhecia a importância de se adotar medidas que favorecessem a qualidade e proporcionem economia de recursos, no entanto, afirmou que tais políticas não estavam no escopo do contrato e que não havia previsão de serem implantadas até aquele momento. Assim, não houve pontuação para o crédito 2.

Com relação ao crédito 3, relativo à melhoria no comissionamento, de acordo com análise feita para o pré-requisito 1, tendo em vista a inexistência de

comissionamento na edificação do estudo de caso, pode-se afirmar que não havia condições de implantar melhorias. Desta forma, não houve pontuação para este crédito.

Para o crédito 4, referente à melhoria na gestão de gases refrigerantes, identificou-se que os únicos sistemas da edificação com gases refrigerantes eram os constantes da câmara frigorífica do Restaurante Universitário e conforme indicação do catálogo do fabricante, as mesmas estavam livres de CFC. Assim, não houve pontuação para este crédito.

Com relação ao crédito 5, relativo à medições e verificações, relata-se que na IFES não existia um programa de manutenções preventivas para os sistemas da edificação. As intervenções eram feitas no sentido de proceder reparos, de acordo com problemas identificados, ou quando era necessário alguma adequação ou ampliação. Desta forma, não existia um controle exercido pela gerência do campus no intuito de verificar a conformidade dos sistemas prediais instalados. Assim, não houve pontuação para este crédito.

No que diz respeito ao crédito 6, referente a adoção de energia verde, pode-se afirmar que verificando projetos, caderno de encargos e análise *in loco*, não haviam sistemas que utilizassem energia verde na edificação, sendo que o gestor do campus reconheceu a importância de se adotar medidas que favorecessem a qualidade e melhoria do desempenho da edificação, principalmente no sentido de economia de recursos naturais, no entanto, afirmou que tais políticas não estavam no escopo do contrato e que não havia previsão de serem implantadas até o momento da coleta de dados. Desta forma, não houve pontuação para este crédito.

4.2.3.2 Pontuação atingida

A análise promovida para energia e atmosfera na edificação objeto do estudo de caso levou em consideração a presença, *in loco* e ou em projeto, de meios ou recursos que possibilitassem a condição de atendimento da categoria em análise.

Energia e Atmosfera		35 Pontos
Pré-requisito 1	Comissionamento dos sistemas de energia	Requisito
Pré-requisito 2	Performance Mínima de Energia	Requisito
Pré-requisito 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes, Não uso de CFC's	Requisito
Crédito 1	Otimização da performance energética	1 a 19
	12% Prédios novos ou 8% Prédios reformados	1
	14% Prédios novos ou 10% Prédios reformados	2
	16% Prédios novos ou 12% Prédios reformados	3
	18% Prédios novos ou 14% Prédios reformados	4
	20% Prédios novos ou 16% Prédios reformados	5
	22% Prédios novos ou 18% Prédios reformados	6
	24% Prédios novos ou 20% Prédios reformados	7
	26% Prédios novos ou 22% Prédios reformados	8
	28% Prédios novos ou 24% Prédios reformados	9
	30% Prédios novos ou 26% Prédios reformados	10
	32% Prédios novos ou 28% Prédios reformados	11
	34% Prédios novos ou 30% Prédios reformados	12
	36% Prédios novos ou 32% Prédios reformados	13
	38% Prédios novos ou 34% Prédios reformados	14
	40% Prédios novos ou 36% Prédios reformados	15
	42% Prédios novos ou 38% Prédios reformados	16
	44% Prédios novos ou 40% Prédios reformados	17
	46% Prédios novos ou 42% Prédios reformados	18
	48% Prédios novos ou 44% Prédios reformados	19
Crédito 2	Geração local de energia renovável	1 a 7
	1% Energia Renovável	1
	3% Energia Renovável	2
	5% Energia Renovável	3
	7% Energia Renovável	4
	9% Energia Renovável	5
	11% Energia Renovável	6
	13% Energia Renovável	7
Crédito 3	Melhoria no comissionamento	2
Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2
Crédito 5	Medições e Verificações	3
Crédito 6	Energia Verde	2

QUADRO 18 – PONTUAÇÃO ATINGIDA

FONTE: GBC Brasil (2011), adaptado pelo autor (2012)

De acordo com verificação realizada a categoria em questão, pode-se afirmar que não ocorreu pontuação porque a edificação não atendeu a nenhum dos créditos, apenas atendeu um pré-requisito.

4.2.4 Materiais e Recursos

O quadro 19 apresenta o rol de créditos constantes da categoria Materiais e Recursos e nela consta um total de 14 pontos, distribuídos de acordo com um Pré-requisito relativo ao depósito e coleta de materiais recicláveis, seguido de sete créditos, relacionados da seguinte maneira:

O primeiro crédito trata do reuso do edifício, mantendo paredes, pisos e coberturas existentes, com pontuação de 1 até 3 pontos, conforme o percentual de reuso utilizado, variando de 55 a 95%. Também consta um subitem relativo ao reuso do edifício mantendo elementos interiores não estruturais, totalizando 1 ponto. O segundo crédito é relativo à gestão de resíduos da construção, com valor de 1 a 2 pontos, conforme o percentual destinado para o reuso, variando de 50 a 75%. O terceiro crédito refere-se ao reuso de materiais, com pontuação de 1 a 2 pontos, conforme o percentual de reuso utilizado, variando de 5 a 10%. O quarto crédito é relativo ao conteúdo reciclado, com valor de 1 a 2 pontos, conforme o percentual do conteúdo utilizado, variando de 10 a 20%. O quinto crédito refere-se à adoção de materiais regionais, devendo ser extraído, processado e manufaturado regionalmente, com pontuação de 1 a 2 pontos, conforme o percentual utilizado, variando de 10 a 20%. O sexto crédito trata da adoção de materiais de rápida renovação, valendo 1 ponto. O sétimo está relacionado à utilização de madeira certificada, totalizando 1 ponto.

Materiais e Recursos		14 Pontos
Pré-requisito 1	Depósito e Coleta de materiais recicláveis	Requisito
Crédito 1.1	Reuso do edifício , Manter Paredes, Pisos e Coberturas Existentes	1 a 3
	Reuso de 55%	1
	Reuso de 75%	2
	Reuso de 95%	3
Crédito 1.2	Reuso do Edifício , Manter Elementos Interiores não estruturais	1
Crédito 2	Gestão de Resíduos da Construção	1 a 2
	Destinar 50% para o reuso	1
	Destinar 75% para o reuso	2
Crédito 3	Reuso de Materiais	1 a 2
	Reuso de 5%	1
	Reuso de 10%	2
Crédito 4	Conteúdo Reciclado	1 a 2
	10% do Conteúdo	1
	20% do Conteúdo	2
Crédito 5	Materiais Regionais	1 a 2
	10% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado Regionalmente	1
	20% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado Regionalmente	2
Crédito 6	Materiais de Rápida Renovação	1
Crédito 7	Madeira Certificada	1

QUADRO 19 – CATEGORIA MATERIAIS E RECURSOS

FONTE: GBC Brasil (2011)

4.2.4.1 Análise *in loco* e verificação de projeto

No que diz respeito ao pré-requisito 1, relativo à necessidade de manter na obra um depósito para coleta de materiais recicláveis, relata-se que na ocasião da obra não houve a preocupação por parte da construtora em implementar uma cultura nos trabalhadores de separação de materiais para reciclagem. Ressalta-se que o edital de licitação da obra do objeto em questão, na ocasião, não dispunha de dispositivos para exigir que a contratada se atentasse para este item e a preocupação da fiscalização na época estava em concluir a obra no prazo firmado e no valor contratado. Assim, pode-se afirmar que este pré-requisito não foi cumprido.

Com relação ao crédito 1.1, reuso do edifício mantendo paredes, pisos e cobertura existentes, e o crédito 1.2, relativo a manter os elementos interiores não estruturais, relata-se que a edificação foi construída em terreno onde não existiam construções, ou seja, não havia edificações previamente construídas, pois tratava-se de uma área do governo do estado sem ocupação. Desta forma, não houve pontuação para estes créditos.

No que diz respeito ao crédito 2, referente à gestão de resíduos da construção, pode-se afirmar que na ocasião da construção não houve preocupação por parte da construtora em implementar políticas de gestão dos resíduos gerados na obra. Relata-se que no edital havia um dispositivo mencionando a necessidade da contratada em elaborar um PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de acordo com a legislação municipal em vigor. Ocorre que a contratada entregou à IFES um memorial descritivo com os procedimentos que seriam adotados no decorrer da construção da edificação, no entanto a fiscalização não atentou para este quesito, pois estava a maior parte do tempo envolvida com questões relativas ao prazo de execução e as medições. Assim, não houve pontuação para este crédito.

Com relação ao crédito 3, relativo ao reuso de materiais, relata-se que pelos mesmos motivos mencionados para o crédito 2, não houve a preocupação com a questão abordada neste item. Desta forma, não houve pontuação para este crédito.

Já no que diz respeito ao crédito 4, referente a utilização de conteúdo reciclado, pode-se afirmar que o projeto previu a especificação de telhas do tipo ecológicas, fabricadas a partir da reciclagem de caixas Tetrapak, conforme figura 28.



FIGURA 28 – FOTOGRAFIA DAS TELHAS E DA COBERTURA

FONTE: o autor (2011)

Com relação aos parâmetros do *checklist* para categoria em questão, para atingir 1 ponto é necessário utilizar pelo menos 10% de conteúdo reciclado na edificação e para atingir 2 pontos, 20% ou mais. Relata-se que as telhas foram o único insumo composto por material reciclado utilizado na edificação. Sendo assim, no intuito de determinar qual percentual representa as telhas com relação ao total de materiais, selecionou-se da planilha orçamentária licitada, os itens de maior relevância volumétrica empregados na edificação. Os insumos relacionados, além de representarem a maior parte do volume da edificação, também são resultantes da extração de jazidas minerais ou se utilizam para sua fabricação de recursos ambientais e matérias primas não renováveis, tais como: areia, brita, calcário, minério de ferro, bauxita e etc. Ressalta-se que a produção destes insumos agride potencialmente o meio ambiente e que estes são os que apresentam maior predominância na constituição da edificação e por este motivo foram selecionados, sendo que os demais constituintes da edificação puderam ser desconsiderados sem prejuízo para a análise em questão.

Os materiais que compõem os serviços de maior representatividade estão descritos na tabela 03 a seguir:

TABELA 03 – ITENS SELECIONADOS DA PLANILHA LICITADA QUE REPRESENTAM A MAIOR PARTE DO VOLUME DA EDIFICAÇÃO

FUNDAÇÃO E ESTRUTURA			
4.2.1	Forma em chapa de madeira compensada resinada 12mm, com reaproveitamento 5 vezes, incluindo montagem, escoramento, desmoldante e desforma; Conforme especificações em projeto.	9638,20	m ²
4.2.2	Armadura aço CA-50 e CA-60, diâmetro variável entre Ø6,3mm e Ø12,5mm, incluindo os serviços de fornecimento, corte, dobra e colocação; Conforme especificações em projeto.	81572,14	kg
4.2.3	Concreto estrutural armado (para viga de travamento) 25MPa usinado; inclusive lançamento, adensamento e acabamento; cura de acordo com prazo e técnica; Conforme especificações em projeto.	1367,60	m ³
PAREDES			
7.1.2	Alvenaria de vedação, 1 vez e=14cm, com juntas de assentamento em argamassa mista com adição de impermeabilizante, traço 1:2:8. Conforme especificações.	3500,00	m ²
10.1.1	Chapisco com argamassa de cimento e areia traço 1:3; e=5mm.	6695,00	m ²
10.1.2	Emboço com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia, traço 1:2:8, e=20mm.	6695,00	m ²
10.1.3	Calfino pré-fabricado, alisado com desempenadeira metálica (queimado), inclusive vigas e pilares, isento de irregularidades, saliências e umidade.	2217,00	m ²
COBERTURA			
5.1.2	Telha tipo ecológica, 6mm, 13%, incluindo todos elementos complementares e de fixação; Conforme especificação em projeto.	1143,00	m ²
5.1.1	Cobertura em estrutura metálica. Incluindo projeto da estrutura, elementos de ligação e fixação (parafusos, rebites etc). A estrutura deverá ser entregue com tratamento antiferruginoso e pintura na cor grafite; Conforme especificação em projeto.	1143,00	m ²
JANELAS			
12.2.2	J6 - (460x150)cm, tipo de correr, com bandeira de correr, perfil em alumínio anodizado natural, vidro 5mm transparente, com fecho em concha; Conforme especificação em projeto.	896,26	m ²

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

TABELA 04 – RELAÇÃO DOS INSUMOS QUE COMPÕEM OS ITENS DE MAIOR REPRESENTATIVIDADE EM TERMOS DE VOLUME TOTAL DA EDIFICAÇÃO

Código	Descrição Básica	Unidade	Quantidade	*Volume (m³)
00004718	PEDRA BRITADA N. 2 OU 25 MM	M3	1299,22	1299,22
00000367	AREIA GROSSA	M3	1104,43	1104,43
00007267	TIJOLO CERAMICO FURADO 6 FUIROS 10 X 15 X 20CM	UN	164500	493,50
00001379	CIMENTO PORTLAND COMUM CP I-32	KG	337.723,75	281,44
583	ALUMINIO ANODIZADO	KG	31369,1	114,07
00006212	TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12")	M	11276,7	84,58
00004491	PECA DE MADEIRA 3A/4A QUALIDADE 7,5 X 7,5CM (3X3)	M	11565,84	65,06
1106	CAL HIDRATADA, DE 1A. QUALIDADE, PARA ARGAMASSA	KG	44435,3	31,74
00001357	CHAPA MADEIRA COMPENSADA RESINADA 2,2 X 1,1M (12MM)	M²	2496	29,95
00000034	ACO CA-50 3/8" (9,52 MM)	KG	81572,14	10,39
MERCADO	TELHA TIPO ECOLÓGICA ESPESSURA 6MM	M2	1315	7,89
00010966	PERFIL ACO ESTRUTURAL "U" - 6" X 2" (QUALQUER ESPE	KG	11430	1,46
00000337	ARAME RECOZIDO 18 BWG - 1,25MM - 9,60 G/M	KG	2447,16	0,31
VOLUME TOTAL				3.524,03
*Pesos específicos considerados:				
Cimento portlando comum = 1.200kg/m³				
Cal hidratada = 1.400kg/m³				
Alumínio = 270kg/m³				
Aço = 7850kg/m³				

FONTE: Elaborado pelo autor (2012)

A tabela 04 foi elaborada com a descrição dos materiais provenientes da tabela de insumos da SINAPI, constando o código, a descrição do insumo, bem como sua

unidade de medida. A quantidade foi apropriada levando em consideração o quantitativo previsto para o serviço na tabela 03, multiplicado pelo consumo do insumo constata na composição do serviço. A tabela foi relacionada a partir dos itens que representam maior volume até os de menor, ou seja, em ordem decrescente.

De modo a obter um parâmetro de análise mensurável para os insumos que não possuem a mesma unidade de medida, optou-se por converter todos para a unidade de volume m^3 (metro cúbico).

Da tabela 04, pode-se verificar que os insumos que representam a maioria dos materiais utilizados na construção da edificação foram: brita, areia e tijolo. Estes materiais são provenientes de recursos minerais não renováveis resultantes da exploração de jazidas, com potencial degradação ao meio ambiente.

Relata-se que o volume de madeira desta análise é o empregado na confecção das fôrmas para o molde das estruturas de concreto armado, sendo que esta madeira não fica agregada à edificação, ou seja, ela é utilizada em um período, somente para atender determinado uso e posteriormente retirada da edificação.

É importante ressaltar que no caso específico do estudo de caso, Bloco B, a estrutura de concreto armado adotada foi pré-fabricada, ou seja, concebida em ambiente industrial e posteriormente transportada e montada no canteiro de obras. A fabricação em moldes industriais utiliza métodos de racionalização do consumo de materiais e reaproveitamento superiores ao sistema de construção *in loco*. No caso em questão das fôrmas de madeira, reduz-se o consumo consideravelmente, com a utilização de fôrmas desmontáveis aplicando desmoldantes, as quais podem ser reutilizadas várias vezes, considerando ainda que é eliminada a necessidade de madeiramento para escoramento, tendo em vista que as peças são previamente confeccionadas e entregues no canteiro prontas para serem montadas e já na capacidade de suporte prevista em projeto.

Com relação ao emprego de material com conteúdo reciclado, pode-se afirmar que o volume das telhas constituídas de caixas tetrapak recicladas ($7,89m^3$) é muito inferior ao volume total da edificação ($3524,03m^3$), sendo assim representando menos de 10%, não atendendo ao especificado no *checklist*. Desta forma, não houve pontuação para este crédito.

No que diz respeito ao crédito 5, relativo ao uso de materiais regionais, relata-se que não houve um controle da origem dos materiais empregados na obra, mas há grande probabilidade de que os materiais relacionados na tabela 04, os de maior representatividade volumétrica, sejam de origem regional, pois a região metropolitana

de Curitiba possui jazidas e areais, bem como fábricas de cimento e áreas de reflorestamento. Assim, não há comprovação documental para o item em questão, porém pelo senso comum e com base na tabela 04, pode-se dizer que o item atende aos 10%, obtendo 1 ponto.

Para o crédito 6, relativo a adoção de materiais de rápida renovação, menciona-se que na ocasião da especificação de materiais em projeto, não houve a preocupação com relação ao assunto. Desta forma, não houve pontuação para este crédito.

No que diz respeito ao crédito 7, referente a utilização de madeira certificada, pode-se afirmar que não houve o controle deste item por parte da fiscalização da IFES, sendo que a construtora não quis se posicionar sobre o assunto, pois a mesma alega adquirir o material sempre do mesmo fornecedor, porém não verifica se há certificação, pois os quesitos avaliados são: preço, prazo de entrega e qualidade, nesta ordem.

Diante disso, não é possível afirmar se a madeira utilizada na construção da edificação é proveniente de madeira certificada, desta forma, não houve pontuação para este crédito.

4.2.4.2 Pontuação atingida

A análise empregada para os materiais e recursos utilizados na construção da edificação objeto do estudo de caso, levou em consideração a presença, *in loco* e ou em projeto, de meios ou recursos que possibilitassem a condição de atendimento da categoria em análise, bem como entrevista com a fiscalização da obra.

Após a verificação, constatou-se que o único crédito atendido foi o relativo à utilização de material de origem regional, com percentual de 10%, obtendo 1 ponto.

Materiais e Recursos		14 Pontos
Pré-requisito 1	Depósito e Coleta de materiais recicláveis	Requisito
Crédito 1.1	Reuso do edifício, Manter Paredes, Pisos e Coberturas Existentes	1 a 3
	<input type="checkbox"/> Reuso de 55%	1
	<input type="checkbox"/> Reuso de 75%	2
	<input type="checkbox"/> Reuso de 95%	3
Crédito 1.2	Reuso do Edifício, Manter Elementos Interiores não estruturais	1
Crédito 2	Gestão de Resíduos da Construção	1 a 2
	<input type="checkbox"/> Destinar 50% para o reuso	1
	<input type="checkbox"/> Destinar 75% para o reuso	2
Crédito 3	Reuso de Materiais	1 a 2
	<input type="checkbox"/> Reuso de 5%	1
	<input type="checkbox"/> Reuso de 10%	2
Crédito 4	Conteúdo Reciclado	1 a 2
	<input type="checkbox"/> 10% do Conteúdo	1
	<input type="checkbox"/> 20% do Conteúdo	2
Crédito 5	Materiais Regionais	1 a 2
	<input checked="" type="checkbox"/> 10% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado Regionalmente	1
	<input type="checkbox"/> 20% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado Regionalmente	2
Crédito 6	Materiais de Rápida Renovação	1
Crédito 7	Madeira Certificada	1

QUADRO 20 – PONTUAÇÃO ATINGIDA

FONTE: GBC Brasil (2011), adaptado pelo autor (2012)

Assim, a pontuação atingida foi de 1 ponto, dos 14 pontos previstos para a categoria.

4.2.5 Qualidade Ambiental Interna

O quadro 21 apresenta o rol de créditos constantes da categoria Qualidade Ambiental Interna e nela consta um total de 15 pontos, distribuídos de acordo com dois Pré-requisitos: desempenho mínimo da qualidade do ar interno e controle da fumaça do cigarro. Além dos pré-requisitos há também seis créditos, relacionados da seguinte maneira:

O primeiro crédito trata do monitoramento do ar externo, com 1 ponto. O segundo crédito é relativo ao aumento da ventilação, também com 1 ponto. O terceiro crédito refere-se ao plano de gestão da qualidade do ar, com 1 ponto durante a construção e 1 ponto antes da ocupação. O quarto crédito é relativo à utilização de materiais de baixa emissão, com 1 ponto para adesivos e selantes, 1 ponto para tintas e vernizes, 1 ponto para carpets e sistemas de pisos e 1 ponto para madeiras compostas e produtos de agrofibras. O quinto crédito refere-se ao controle interno de poluentes e produtos químicos, com 1 ponto. O sexto crédito trata do controle de sistemas, com 1 ponto para iluminação e 1 ponto para conforto térmico. O sétimo está relacionado ao conforto térmico, com 1 ponto para o projeto e 1 ponto para a verificação. O oitavo

crédito refere-se à iluminação natural e paisagem, com 1 ponto para luz do dia e 1 ponto para vistas.

Qualidade Ambiental Interna		15 Pontos
Pré-requisito 1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno	Requisito
Pré-requisito 2	Controle da fumaça do cigarro	Requisito
Crédito 1	Monitoração do Ar Externo	1
Crédito 2	Aumento da Ventilação	1
Crédito 3.1	Plano de Gestão de Qualidade do Ar, Durante a Construção	1
Crédito 3.2	Plano de Gestão de Qualidade do Ar, Antes da ocupação	1
Crédito 4.1	Materiais de Baixa Emissão, Adesivos e Selantes	1
Crédito 4.2	Materiais de Baixa Emissão, Tintas e Vernizes	1
Crédito 4.3	Materiais de Baixa Emissão, Carpetes e sistemas de piso	1
Crédito 4.4	Materiais de Baixa Emissão, Madeiras Compostas e Produtos de Agrofibras	1
Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos	1
Crédito 6.1	Controle de Sistemas, Iluminação	1
Crédito 6.2	Controle de Sistemas, Conforto Térmico	1
Crédito 7.1	Conforto Térmico, Projeto	1
Crédito 7.2	Conforto Térmico, Verificação	1
Crédito 8.1	Iluminação Natural e Paisagem, Luz do dia	1
Crédito 8.2	Iluminação Natural e Paisagem, Vistas	1

QUADRO 21 – CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA

FONTE: GBC Brasil (2011)

4.2.5.1 Análise *in loco* e verificação de projeto

No que diz respeito ao pré-requisito 1, relativo ao desempenho mínimo da qualidade do ar interno, percebe-se que o intuito deste item é o de estabelecer o controle do desempenho mínimo da qualidade do ar interno, de forma a melhorar a qualidade do ar na edificação e contribuir para o conforto e bem-estar dos usuários. O departamento responsável pelos projetos e obras da IFES e a gerência do campus Curitiba não dispõem de parâmetros nem procedem algum tipo de controle com relação ao desempenho do ar interno da edificação. Na ocasião da verificação deste item, pôde-se concluir que a edificação foi concebida priorizando a iluminação e ventilação natural, dispondo de ampla área de janelas, proporcionando um ambiente arejado e iluminado.

Assim, relata-se que não há dispositivos de controle do desempenho da qualidade do ar interno, desta forma, não atendendo ao pré-requisito 1.

Com relação ao pré-requisito 2, referente ao controle da fumaça do cigarro, relata-se que a IFES faz cumprir o disposto na Lei municipal Antifumo nº 13.254/2009, proibindo o fumo nas dependências internas da instituição e restringindo a exposição dos usuários da edificação à fumaça de tabaco. Desta forma, cumpre ao pré-requisito 2.

Para o crédito 1, relativo a monitoração do ar externo, entende-se que o intuito deste item é que a edificação possua um sistema de monitoramento permanente que garanta os níveis mínimos de desempenho do sistema de ventilação, conforme previsto em projeto. Relata-se que a edificação não possui espaços mecanicamente ventilados, ou seja, não dispõem de ambientes com ar condicionado. Toda ventilação utilizada nos ambientes internos provem da circulação de ar oriunda das janelas externas da edificação. Assim, o monitoramento da qualidade do ar externo seria do sentido de controle da concentração de CO₂ presentes, relativas ao meio ambiente urbano.

Relata-se que a IFES não dispõe nem tem previsão de manter um sistema para monitoramento do ar externo na edificação, salvo no intuito de pesquisas acadêmicas.

Desta forma, não há pontuação para este crédito.

Com relação ao crédito 2, referente ao aumento da ventilação, relata-se que a IFES não dispõe de parâmetros qualitativos nem quantitativos desenvolvido por meio de análises computacionais sobre a ventilação nos ambientes internos de suas edificações, salvo situações acadêmicas isoladas, impossibilitando qualquer avaliação no sentido de determinar a necessidade ou não ventilação adicional. O que se pôde constatar, tanto *in loco* como nos projetos, é que os ambientes de salas de aula e laboratórios são servidos com amplas áreas de janelas externas, proporcionando ventilação cruzada, sendo que o senso comum informa que a ventilação é suficiente, porém não foi mensurado para uma avaliação analítica. Desta forma, não houve pontuação para este crédito.



FIGURA 29 – EFEITO DA VENTILAÇÃO CRUZADA NOS AMBIENTES DE SALAS DE AULA

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

No que diz respeito à adoção de um plano de gerenciamento da qualidade do ar durante a etapa de construção, relativo ao crédito 3.1 e antes da ocupação, relativo ao

crédito 3.2, pode-se afirmar que durante a obra e antes da ocupação não houveram registros de implementação de procedimentos relativos à qualidade do ar e nem existia uma previsão para que esta questão fosse implantada para as futuras obras da IFES. Assim, não houve pontuação para estes créditos.

Com relação à utilização de materiais de baixa emissão, relativo a adesivos e selantes crédito 4.1 e tintas e vernizes, crédito 4.2, pode-se afirmar que de acordo com projetos e especificações constantes do caderno de encargos, as tintas de referência empregadas na obra, conforme o catálogo técnico, atendiam aos limites de emissão de compostos orgânicos voláteis VOC (Volatile Organic Compound). Apesar de no Brasil não haver uma norma que regule os níveis aceitáveis de VOC. Relata-se que não constava em projetos nem caderno de encargos a utilização de adesivos e selantes na obra, desta forma, não foi possível apurar este crédito. Para o crédito 4.2, considera-se a pontuação.

No que diz respeito ao crédito 4.3, relativo ao emprego de carpetes e sistemas de pisos com baixa emissão, relata-se que o tipo de pavimentação utilizado, piso vinílico, de acordo com o catálogo do fabricante, o produto é fabricado com 40% de insumos reciclados pré-consumo, matéria-prima nacional e utiliza adesivo com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis (VOC's). A edificação possui outros tipos de pavimentação, porém a maior predominância é o piso vinílico. Desta forma, houve pontuação para este crédito.



FIGURA 30 – FOTOGRAFIA DO PISO VINÍLICO

FONTE: o autor (2011)

Com relação ao crédito 4.4, relativo à utilização de madeiras compostas e produtos de agrofibras, relata-se que o único produto empregado fabricado por madeira composta foi a porta dos sanitários. No entanto não foi possível apurar se na sua constituição a mesma é isenta do produto com uréia formaldeído, pois não foi identificado o fabricante para consultar o catálogo técnico do material. Desta forma, não houve pontuação para o crédito em questão.



FIGURA 31 – FOTOGRAFIA DA PORTA DOS SANITÁRIOS FABRICADA EM MADEIRA LAMINADA COMPOSTA

FONTE: o autor (2011)

Para o crédito 5, relativo ao controle interno de poluentes e produtos, entende-se que o intuito deste item é prever medidas de projeto de modo a evitar a contaminação dos ambientes internos com material particulado, fumaça e outros poluentes externos ou internos. No entanto, não foi constatado em projeto nem na verificação *in loco*, dispositivos nos acessos regulares de usuários ao edifício com elementos que retenham a sujeira proveniente da rua, por meio de grelhas, rugosidades ou elementos vazados.

Também não foi localizado um ambiente específico, depósito isolado, para armazenamento de resíduos líquidos.

Assim, pode-se afirmar que não houve pontuação para este crédito.

Com relação ao crédito 6.1, relativo ao controle de sistemas de iluminação, relata-se que não havia algum dispositivo para este fim especificado em projeto e nem previsão de implantação. Desta forma, não ocorreu pontuação para este crédito.

No que diz respeito ao crédito 6.2, referente ao controle de sistemas de conforto térmico, pode-se afirmar que não consta em projeto nem há sistemas de ar condicionado instalados na edificação. Assim, também não houve pontuação.

Para o crédito 7.1 e 7.2, referente à elaboração de projeto de conforto térmico e verificação, pode-se afirmar que não havia previsão de elaboração de tais projetos, pois os ambientes foram concebidos para receber ventilação natural, sendo que a maioria deles é composta por salas de aula. Desta forma, não houve pontuação para estes créditos.

Com relação ao crédito 8.1, relativo à iluminação natural e paisagem, relata-se que a concepção arquitetônica da edificação valorizou a utilização de luz natural, no intuito de proporcionar um ambiente salubre nas salas de aulas e colaborar para redução do consumo de energia elétrica com a possibilidade de não utilizar iluminação artificial durante o dia. Apesar de não haver comprovação por meio de cálculos dos níveis de iluminância da luz natural, pela verificação *in loco*, relata-se que a luz natural era amplamente utilizada, conforme demonstra a simulação da figura 32. Desta forma, pode-se afirmar que houve pontuação para este crédito.



FIGURA 32 – INSOLAÇÃO EM SALA DE AULA DA EDIFICAÇÃO

Fonte: Elaborado pelo autor (2011)

Para o crédito 8.2, relativo à iluminação natural valorizando as vistas, pode-se afirmar que a edificação é composta por amplas áreas de janelas e ambientes de circulação com peles de vidro, proporcionando visão do ambiente externo, ventilação e

iluminação, conforme é possível verificar na figura 32. Assim, ocorreu pontuação para este crédito.

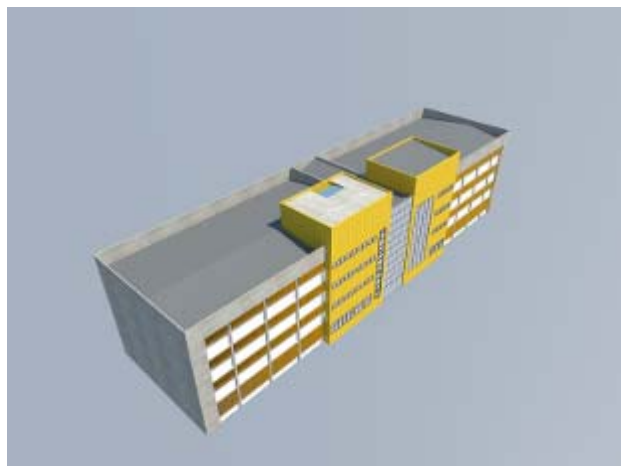


FIGURA 33 – VISTA DA EDIFICAÇÃO VALORIZANDO AS JANELAS

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

4.2.5.2 Pontuação atingida

A análise empregada para avaliar a qualidade ambiental interna da edificação, levou em consideração a presença, *in loco* e ou em projeto, de meios ou recursos que possibilitassem a condição de atendimento da categoria em análise, bem como entrevista com a fiscalização da obra. Ressalta-se que não foi possível cumprir o pré-requisito 1, relativo ao desempenho mínimo da qualidade do ar.

Qualidade Ambiental Interna		15 Pontos
Pré-requisito 1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno	Requisito
Pré-requisito 2	Controle da fumaça do cigarro	Requisito
Crédito 1	Monitoração do Ar Externo	1
Crédito 2	Aumento da Ventilação	1
Crédito 3.1	Plano de Gestão de Qualidade do Ar, Durante a Construção	1
Crédito 3.2	Plano de Gestão de Qualidade do Ar, Antes da ocupação	1
Crédito 4.1	Materiais de Baixa Emissão, Adesivos e Selantes	1
Crédito 4.2	Materiais de Baixa Emissão, Tintas e Vernizes	1
Crédito 4.3	Materiais de Baixa Emissão, Carpetes e sistemas de piso	1
Crédito 4.4	Materiais de Baixa Emissão, Madeiras Compostas e Produtos de Agrofibras	1
Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos	1
Crédito 6.1	Controle de Sistemas, Iluminação	1
Crédito 6.2	Controle de Sistemas, Conforto Térmico	1
Crédito 7.1	Conforto Térmico, Projeto	1
Crédito 7.2	Conforto Térmico, Verificação	1
Crédito 8.1	Iluminação Natural e Paisagem, Luz do dia	1
Crédito 8.2	Iluminação Natural e Paisagem, Vistas	1

QUADRO 22 – PONTUAÇÃO ATINGIDA

FONTE: GBC Brasil (2011), adaptado pelo autor (2012)

Assim, de acordo com a análise realizada, verificou-se que a edificação não atendeu a pré-requisito 1, porém ainda foi possível atribuir 3 pontos dos 15 pontos previstos para a categoria.

4.2.6 Inovação e Processo do Projeto

O quadro 23 apresenta o rol de créditos constantes da categoria Inovação e Processo do Projeto e nela consta um total de 6 pontos, distribuídos em dois créditos, relacionados da seguinte maneira:

O primeiro crédito trata da inovação no projeto, com cinco itens de pontuação de 1 até 5 pontos, conforme a inovação ou performance exemplar atingida na edificação. O segundo crédito é relativo à presença de um profissional acreditado LEED, totalizando 1 ponto.

Inovação e Processo do Projeto		6 Pontos
Crédito 1	Inovação no Projeto: Insira o título	1 a 5
	Inovação ou Performance Exemplar	1
	Inovação ou Performance Exemplar	1
	Inovação ou Performance Exemplar	1
	Inovação	1
Crédito 2	Inovação	1
	Profissional Acreditado LEED®	1

QUADRO 23 – CATEGORIA INOVAÇÃO E PROCESSO DO PROJETO

FONTE: GBC Brasil (2011)

4.2.6.1 Análise *in loco* e verificação de projeto

Para o crédito 1, relativo a inovação no projeto, pode-se afirmar que o projeto da edificação do bloco B, do campus Ecoville da IFES, não foi concebido com características que possibilitassem classificá-lo como inovador ou de performance exemplar. A edificação foi projetada e construída de maneira convencional, com métodos, materiais e técnicas aplicados corriqueiramente pelo mercado da construção civil. Desta forma, não ocorreu pontuação para este crédito.

Com relação ao crédito 2, referente a presença de um profissional acreditado LEED, relata-se que na concepção da edificação não houve a pretensão de certificar a

obra, sendo que em momento algum das etapas de planejamento, controle e execução esteve presente um profissional acreditado pelo LEED. Desta forma, não ocorreu pontuação para este crédito, desta forma não havendo pontuação para categoria.

4.2.6.2 Pontuação atingida

A análise promovida para a categoria inovação e processo de projeto da edificação objeto do estudo de caso, levou em consideração a presença, *in loco* e em projeto, de sistemas que pudessem atribuir caráter inovador a edificação.

4.2.7 Créditos Regionais

O quadro 24 apresenta o rol de créditos constantes da categoria Créditos Regionais e nela consta um total de 4 pontos, relativos ao crédito referente à prioridades regionais, com quatro itens de pontuação de 1 a 4, de acordo com as prioridades ambientais específicas da região.

Créditos Regionais		4 Pontos
Crédito 1	Prioridades Regionais	1 a 4
	Prioridades Ambientais Específicas da Região	1
	Prioridades Ambientais Específicas da Região	1
	Prioridades Ambientais Específicas da Região	1
	Prioridades Ambientais Específicas da Região	1

QUADRO 24 – CATEGORIA CRÉDITOS REGIONAIS

FONTE: GBC Brasil (2011)

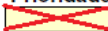
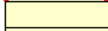
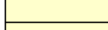
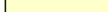
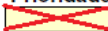
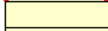
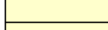
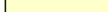
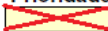
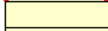
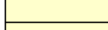
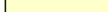
4.2.7.1 Análise *in loco* e verificação de projeto

Com relação ao crédito 1, relativo as prioridades ambientais específicas da região, relata-se que o departamento de projetos e obras da IFES menciona que os projetos foram concebidos tendo em vista as características do terreno e de acordo com as normas previstas no zoneamento urbano da cidade de Curitiba. O plano diretor foi aprovado, inclusive foi necessário complementar com estudos de impacto de vizinhança e de trânsito, no intuito de que a prefeitura se antecipasse na realização da infraestrutura necessária para tender a demanda que será gerada na região. Desta forma, pode-se

afirmar que a edificação respeitou e atendeu à legislação vigente, estipulada pelos órgãos de fiscalização ambiental, Secretária Municipal do Meio Ambiente – SMMA e Instituto Ambiental do Paraná – IAP, sendo que estas instituições determinam por meio de sua legislação, as prioridades ambientais a serem seguidas em cada região. Assim, pode-se considerar 1 ponto para o crédito 1, pois a edificação respeitou as prioridades ambientais regionais estipuladas pelos órgãos ambientais competentes.

4.2.7.2 Pontuação atingida

A análise empregada para avaliar as prioridades ambientais específicas da região, levou em consideração a presença, *in loco* e ou em projeto, de meios ou recursos que possibilitassem a condição de atendimento da categoria em análise, bem como entrevista com a fiscalização da obra e gestão do campus.

Créditos Regionais			4 Pontos														
Crédito 1	<table><tr><th colspan="2">Prioridades Regionais</th></tr><tr><td></td><td>Prioridades Ambientais Específicas da Região</td></tr><tr><td></td><td>Prioridades Ambientais Específicas da Região</td></tr><tr><td></td><td>Prioridades Ambientais Específicas da Região</td></tr><tr><td></td><td>Prioridades Ambientais Específicas da Região</td></tr></table>	Prioridades Regionais			Prioridades Ambientais Específicas da Região		Prioridades Ambientais Específicas da Região		Prioridades Ambientais Específicas da Região		Prioridades Ambientais Específicas da Região	<table><tr><td>1 a 4</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>1</td></tr></table>	1 a 4	1	1	1	1
Prioridades Regionais																	
	Prioridades Ambientais Específicas da Região																
	Prioridades Ambientais Específicas da Região																
	Prioridades Ambientais Específicas da Região																
	Prioridades Ambientais Específicas da Região																
1 a 4																	
1																	
1																	
1																	
1																	








QUADRO 25 – PONTUAÇÃO ATINGIDA

FONTE: GBC Brasil (2011), adaptado pelo autor (2012)

Sendo assim, com a verificação foi possível atribuir 1 ponto dos 4 pontos previstos para a categoria.

4.3 RESULTADO DA AVALIAÇÃO REALIZADA NO ESTUDO DE CASO

O quadro 26 apresenta de forma sintética, o resumo da pontuação atingida pela edificação. A análise foi realizada de acordo com a edificação executada e em uso, confrontando a mesma com os créditos da certificação. As fontes de evidencia para tanto foram: observação participante, documentos relacionados à edificação e verificação *in loco*.

RESUMO DO RESULTADO DA ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO		
CATEGORIA	PREVISTO	VERIFICADO
 ESPAÇO SUSTENTÁVEL	26	14
 USO RACIONAL DA ÁGUA	10	0
 ENERGIA E ATMOSFERA	35	0
 MATERIAIS E RECURSOS	14	1
 QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	15	3
 INOVAÇÃO E PROCESSO DE PROJETO	6	0
 CRÉDITOS REGIONAIS	4	1
TOTAL	110	19

QUADRO 26 – RESUMO DO RESULTADO DA AVALIAÇÃO DO LEED-NC

FONTE: Elaborado pelo autor (2012)

Assim, tendo em vista os 19 pontos atingidos na verificação global da edificação, é possível afirmar que a mesma não seria certificada, pois a pontuação mínima para tanto seria de 40 pontos.

4.4 RESULTADO DO QUESTIONÁRIO COM A EQUIPE DE PROJETOS

No intuito de complementar e até mesmos compreender os resultados do *checklist* obtidos por meio da verificação *in loco* da edificação, realizou-se uma pesquisa por meio da aplicação de um questionário compreendido por 16 afirmativas relacionadas com a certificação LEED-NC.

O questionário foi respondido por uma amostra 21 servidores públicos envolvidos na elaboração dos projetos e fiscalização das obras realizadas na IFES, sendo que o mesmo foi elaborado de modo a se obter o nível de concordância do entrevistado com cada item de afirmação, sendo que a resposta deveria ser indicada pela assinalação de um “X” em uma escala de 1 a 5, conforme Apêndice.

O gráfico 03 apresenta de forma sintética o resultado da pesquisa, onde foram incluídas todas as perguntas, relacionando-as com uma escala percentual, de modo a obter uma visão geral da região onde ficou localizada a maioria das respostas.

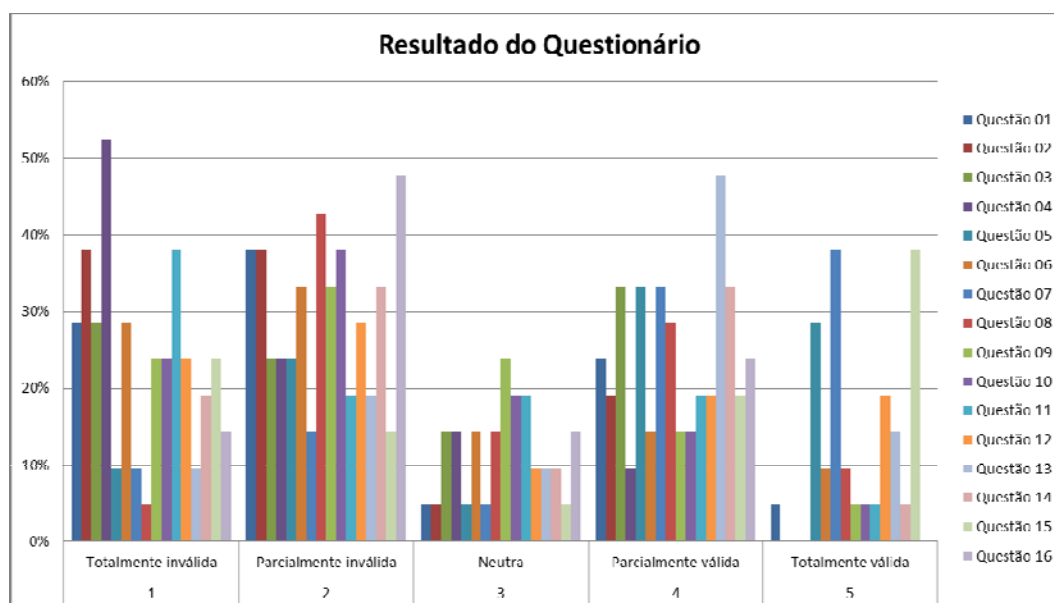


GRÁFICO 03 – APRESENTAÇÃO DAS RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO

FONTE: Elaborado pelo autor (2012)

Do gráfico foi possível verificar que a maioria das respostas para as questões foram enquadradas como (2) Parcialmente inválida, seguida de (4) Parcialmente válida.

Este resultado corrobora com a verificação realizada no estudo de caso, pois demonstra que os profissionais responsáveis pela elaboração dos projetos, bem como fiscalização das obras, não estão aplicando ou desconhecem princípios e meios que contribuam para concepção de edificações mais sustentáveis.

Assim, percebe-se que a principal intervenção para tornar as futuras edificações mais sustentáveis, deve partir dos profissionais envolvidos na elaboração dos projetos, pois é preciso desenvolver e incentivar a cultura de agregar aos já tradicionais preço e qualidade, também os critérios relacionados ao meio ambiente e ao bem estar social dos usuários.

Ressalta-se que estas implementações devem ser motivadas pelos responsáveis pela gestão dos recursos públicos, pois há uma resistência à mudanças e uma tendência de se manter os métodos tradicionais de pensar e agir, sendo a inovação muitas vezes uma barreira que deve ser ultrapassada gradativamente.

5. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA EDIFICAÇÕES PÚBLICAS MAIS SUSTENTÁVEIS

Após a análise da edificação do estudo de caso, de acordo com a metodologia de certificação ambiental adotada, o objetivo deste capítulo é propor algumas recomendações de projeto, no intuito de melhorar a pontuação atingida nas categorias do *checklist*, para que a IFES possa conceber edificações mais sustentáveis, priorizando a durabilidade, a eficiência energética e o uso racional da água.

É importante ressaltar que para cada recomendação proposta, sempre deve ser considerado o tempo de retorno do investimento e o ganho ambiental resultante. Há casos em que o retorno financeiro é rápido e outros em longo prazo, ou seja, é necessário ponderar o ganho ambiental e o retorno financeiro, pois de nada adianta uma solução ambientalmente correta, mas que tenha altos custos de implantação e manutenção, ou seja, para a solução ser sustentável tem que levar em consideração a meio ambiente, as pessoas envolvidas e os custos financeiros de implantação e operação, principalmente por tratar-se de uma edificação pública.



FIGURA 34 – SIMULAÇÃO DA VISTA DA EDIFICAÇÃO NA SITUAÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

5.1 MELHORIAS PROPOSTAS PARA O ESTUDO DE CASO

A seguir serão apresentadas as categorias analisadas no Capítulo 4, contendo recomendações para tornar as edificações da IFES mais sustentáveis, visando a durabilidade, a eficiência energética e o uso racional da água.

5.1.1 ESPAÇO SUSTENTÁVEL

Das etapas do ciclo de vida da edificação, a construção representa uma parcela significativa dos impactos gerados ao meio ambiente, principalmente os que dizem respeito às perdas de materiais, à geração de resíduos, às interferências na vizinhança e poluição, agressões ao local da obra e consumo de recursos do local onde é construída a edificação.

Estes impactos são oriundos das diversas atividades desenvolvidas durante a execução dos serviços no canteiro de obras, onde a fiscalização da obra pode agir propondo medidas no sentido de reduzir ou mitigar as interferências causadas ao meio ambiente.

Nesse sentido, a partir do momento que se conhece os aspectos ambientais e seus consequentes impactos, parte-se para a definição das práticas recomendadas, compreendendo as tecnologias ou ações de natureza gerencial para mitigar ou ao menos reduzir o dano gerado, ou seja, com estas atitudes é possível identificar e entender os impactos e, o mais importante, vislumbrar as soluções para intervir nas atividades relacionadas e eliminar ou diminuir as consequências dos impactos (CARDOSO, F.; ARAUJO, V., 2007).

É importante mencionar que no canteiro de obras são gerados diversos resíduos, dentre eles alguns perigosos que podem impactar o meio ambiente de diversas maneiras, sendo necessário avaliar alguns pontos críticos: contaminação química do solo, por exemplo, com a penetração de substâncias tóxicas nos vazios do solo; deterioração da qualidade do ar pelo desprendimento de gases tóxicos; poluição de águas subterrâneas, pela percolação de resíduos perigosos pelo solo atingindo o lençol freático; e alteração das condições de saúde do trabalhador, pela inalação ou manejo inadequado de substâncias nocivas à saúde presentes em adesivos. Cabe ressaltar que a geração de

resíduos perigosos na construção civil, não pode ser totalmente evitada, porém, pode ser minimizada ou controlada.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002, é necessário a implantação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, onde a disposição dos mesmos em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental.

É importante atentar que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas e que os geradores são responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

No aspecto social e econômico, existem diversos pontos a serem levados em consideração que vão além dos técnicos, principalmente os que dizem respeito à saúde e à segurança dos trabalhadores e da vizinhança. Estes são relacionados com a geração de emprego e renda, interferências na economia local, alteração na estrutura imobiliária, modificações no setor de comércio e serviços, importação de doenças e alteração no cotidiano da comunidade.

Nesse sentido, para elaborar e gerenciar um canteiro de obras sustentável recomenda-se atentar para as seguintes ações:

- Redução do impacto direto no meio ambiente local;
- Redução das perdas de materiais por operação inadequada;
- Uso racional da água;
- Eficiência energética;
- Adoção de materiais de origem local e com emissões de CO₂ reduzidas;
- Tratamento e destinação final dos resíduos gerados.

No intuito de demonstrar os critérios citados, bem como utilizar um artifício visual para fundamentar as questões abordadas, a figura 35 apresenta um exemplo de layout de um canteiro de obras sustentável contendo a descrição de seus elementos constituintes.

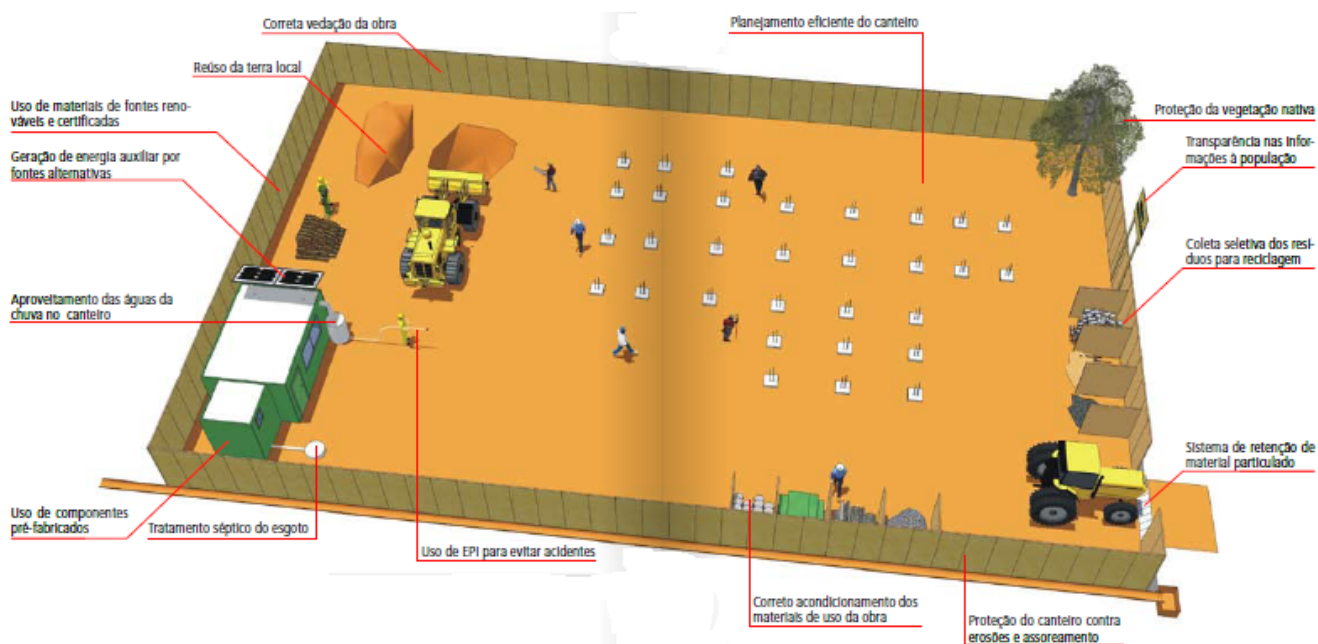


FIGURA 35 – CANTEIRO DE OBRAS SUSTENTÁVEL

FONTE: Viggiano (2010)

Assim, os principais elementos considerados na elaboração do canteiro de obras podem ser:

Vedação da obra: tapume executado com material resistente de acordo com o prazo de execução da obra, ou seja, se a obra for executada em um período curto de tempo pode ser utilizado um material menos nobre como chapa compensada 6,0 mm. Caso seja um período maior que 6 meses é viável tapume em chapa galvanizada, o qual tem maior durabilidade e boa estética.

Áreas de vivência: montar as instalações provisórias com material pré-fabricado, tipo container, atendendo ao disposto na NR-18, no que diz respeito ao dimensionamento e elementos constantes e manter tratamento de efluentes. Sempre que possível gerar energia auxiliar no canteiro e aproveitar as águas pluviais.

Acondicionamento de materiais: separar e armazenar corretamente os materiais a serem utilizados na obra, sobretudo areia e brita, que se não depositados em local

adequado ocorre em desperdícios. Especial atenção para os sacos de cimento, os quais devem ser empilhados sobre um estrado de madeira para evitar contato direto com a umidade do piso. As barras de aço devem ser organizadas por bitolas e de preferencia postas em abrigo livre das intempéries.

Coleta seletiva de resíduos: os resíduos recicláveis da construção devem ser separados e disponíveis para as entidades de reciclagem de materiais. Os materiais mais reaproveitados são sacos de cimento, plásticos e pedaços de barras de aço.

Placa de obra: a placa é o meio de comunicação com a sociedade, sendo por meio dela repassada informações sobre os responsáveis técnicos, o prazo de execução e o valor da obra.

Planejamento: é uma ferramenta importante para o fiscal na execução da obra e sempre que possível deve ser levado em consideração as questões sob o ponto de vista técnico, operacional, ambiental, financeiro e logístico. Uma obra com planejamento eficiente é concluída no prazo estabelecido, conforme especificação em projeto e memoriais, de acordo com valor estimado e sem aditivos contratuais.

Mão de Obra: priorizar a contratação de mão de obra local, pois desta forma pode-se colaborar com o desenvolvimento econômico da região, bem como diminuir o índice de desemprego local. É importante atentar para que os trabalhadores da obra sejam registrados de acordo com as leis do Ministério do Trabalho e Emprego e que os mesmos possuam os devidos Equipamentos de Proteção Individual para realização de determinado serviço, em conformidade com NR-18.

Resíduos de Construção: o gerenciamento dos resíduos da construção civil devem atender ao disposto na Resolução CONAMA nº 307/2002 e a legislação municipal em vigor.

5.1.2 USO RACIONAL DA ÁGUA

5.1.2.1 Aproveitamento de água de chuva

A figura 36 apresenta a esquematização dos elementos necessários à implementação de um sistema de aproveitamento de água de chuva.

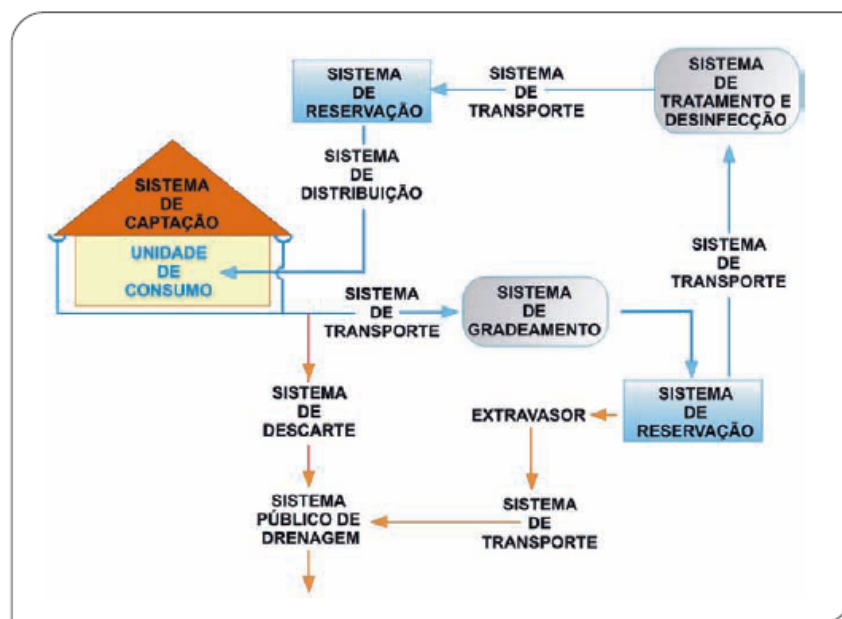


FIGURA 36 – ESQUEMA DOS ELEMENTOS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

FONTE: Oliveira et al (2007)

Os principais elementos que podem ser considerados na ocasião da elaboração de um projeto de aproveitamento de águas pluviais são:

Sistema de captação: são as áreas impermeáveis que contribuem com a interceptação da água de chuva que será conduzida para um reservatório de armazenamento;

Sistema de transporte: são as calhas e condutores verticais e horizontais, responsáveis pela condução do fluxo da água de chuva para os sistemas reservação, tratamento e distribuição;

Sistema de descarte: consiste em descartar automaticamente o volume de água coletado nos primeiros minutos de chuva, volume este, que escoar sobre as superfícies de captação e que geralmente carrega grande concentração de carga poluidora;

Sistema de gradeamento: são elementos utilizados para reter materiais sólidos em suspensão, tais como: folhas, gravetos, penas, papéis etc;



FIGURA 37 - DISPOSITIVO DE DESCARTE DE SÓLIDOS PARA ÁREAS DE CAPTAÇÃO DE ATÉ 1500M², MODELO VF-6

FONTE: Ecoágua (2011)

Sistema de reservação: armazena a água captada que será utilizada posteriormente para fins não potáveis;

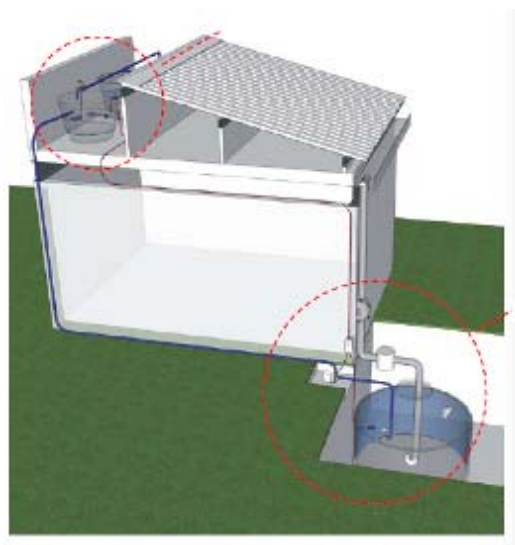


FIGURA 38 – EXEMPLO ESQUEMÁTICO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA

FONTE: Viggiano (2010)

Sistema de tratamento e desinfecção: objetiva manter a qualidade da água conforme o uso desejado.

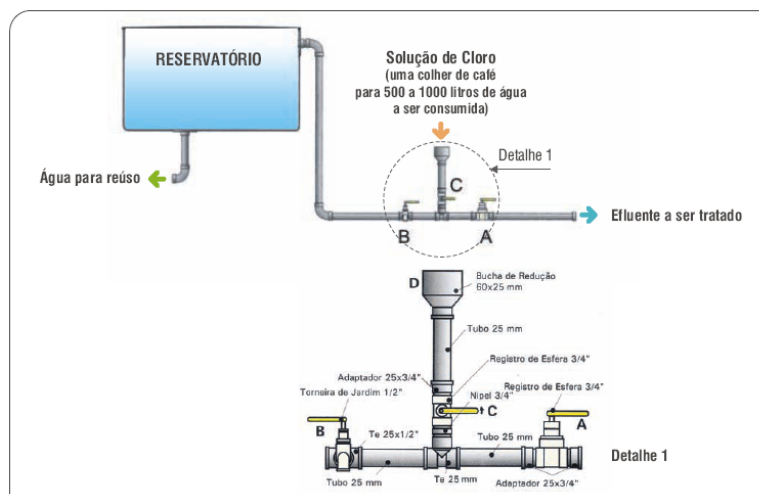


FIGURA 39 – SISTEMA DE DESINFECÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA E DE REUSO, DESENVOLVIDO PELA EMBRAPA

FONTE: Oliveira et al (2007)

Sistema de recalque: conjunto moto-bombas utilizado para elevar a água do reservatório de armazenamento de águas pluviais para um reservatório elevado que distribuirá por gravidade a água para pontos de uso de água não potável.

Sistema de distribuição: é composto por um conjunto de ramais que distribuem a água de chuva tratada para os pontos de utilização.

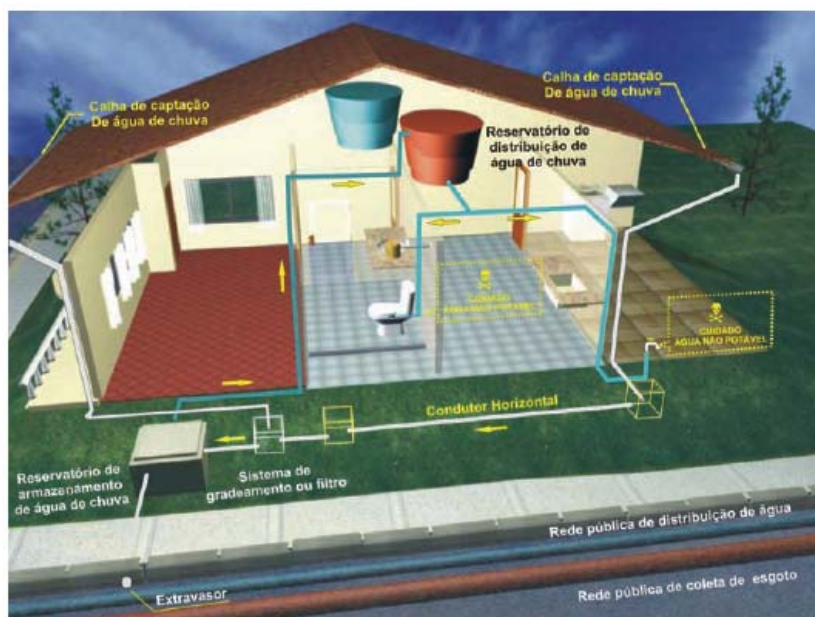


FIGURA 40 – DESENHO ESQUEMÁTICO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

FONTE: Oliveira et al (2007)

Sistema de sinalização: composto por avisos para que não haja utilização inadequada do sistema e nem contaminação do sistema de distribuição de água potável.



FIGURA 41 – SISTEMA DE SINALIZAÇÃO PARA EVITAR O CONSUMO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

FONTE: Lamberts et al (2010)

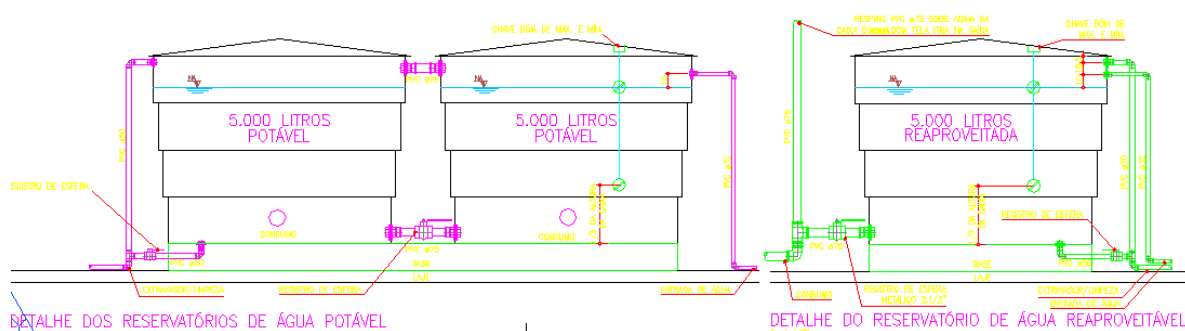


FIGURA 42 – DETALHE DE PROJETO DO RESERVATÓRIO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS OU DE REUSO

FONTE: o autor (2011)

Relata-se que o sistema de captação de águas pluviais do estudo de caso não está sendo utilizado, pois na ocasião da vistoria não foi identificado reservatório específico para armazenamento destas águas, nem tubulação separada para não ocorrer a mistura com a água potável. Desta forma, no intuito de adequar a edificação do estudo de caso, para que a mesma utilize as águas captadas para economizar a água potável destinada para a descarga dos vasos sanitários, uma solução seria adequar o sistema hidráulico separando a água pluvial da potável e instalar duas caixas d'água de fibra de vidro, com capacidade de 10.000 litros na área de depósito da cobertura, figura 43.

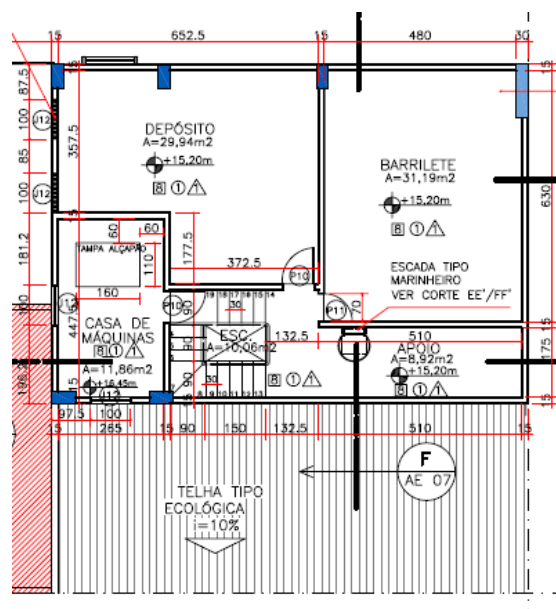


FIGURA 43 – DEPÓSITO, AO LADO BARRILETE, LOCAL ONDE APRESENTA POSSIBILIDADE DE INSTALAÇÃO DE 2 CAIXAS D'ÁGUA DE FIBRA DE VIDRO COM CAPACIDADE DE 10.000 LITROS CADA.

FONTE: o autor (2011)



FIGURA 44 – EXEMPLO DE CAIXA D'ÁGUA DE FIBRA DE VIDRO

FONTE: Brasilit (2011)

Faz-se mister salientar que antes de implantar esta possibilidade é necessário verificar se a laje de cobertura do depósito, bem como as vigas suportam a carga adicional de 20t que será distribuída na estrutura devido ao volume de água armazenado. Existe grandes chances de a estrutura atender a esta solicitação sem maiores problemas, tendo em vista que o arcabouço estrutural foi concebido em estrutura pré-fabricada, solução que apresenta características de suporte superiores ao do concreto armado convencional. No entanto, deve-se contatar o projetista para que ele proceda à análise estrutural e autorize ou não esta intervenção.

No caso da viabilidade técnica de se utilizar as caixas d'água de fibra de vidro, as mesmas devem ser abastecidas por meio de sistema de recalque da cisterna de captação da água de chuva, onde deve constar um sistema de automático de bóia para proceder à manobra.

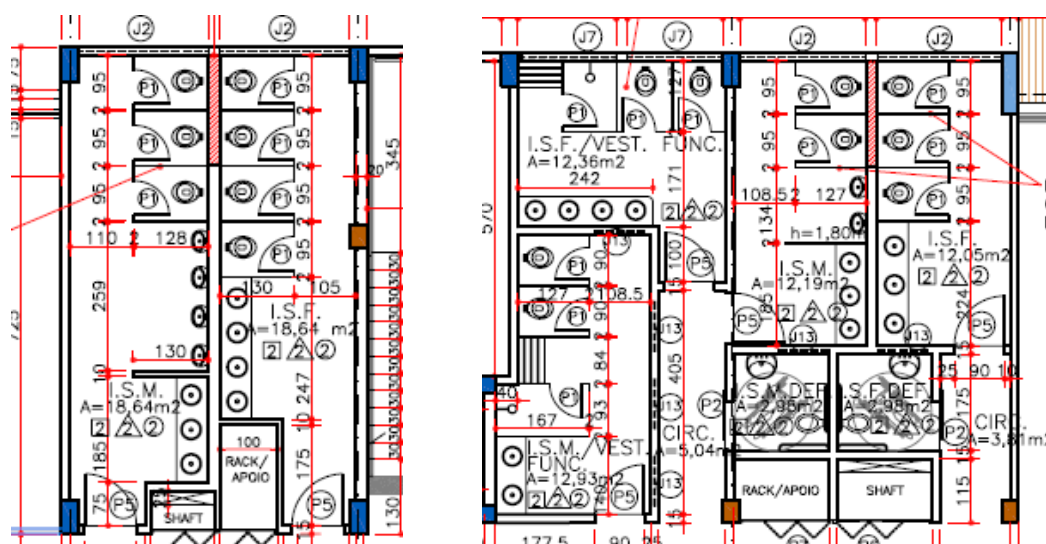


FIGURA 45 – DETALHE DE PROJETO DOS BANHEIROS DO PAVIMENTO TÉRREO DA EDIFICAÇÃO, CONTENDO 18 VASOS SANITÁRIOS E 21 TORNEIRAS

FONTE: o autor (2011)

Conforme demonstrado na figura 45, pode-se perceber que somente para o pavimento térreo, a edificação possui 18 vasos sanitários e 21 torneiras. Tendo em vista que existem 4 pavimentos na edificação, com a mesma planta de banheiros e que cada bacia sanitária necessita de 6,8 litros de volume de água para descarga e a torneira 6,0 litros por minuto, chegamos a conclusão de que cada vez que todos os aparelhos são utilizados chega-se a um volume total de 993,6 litros. Ocorre que circulam centenas de pessoas diariamente pela edificação, nos três turnos, manhã, tarde e noite.

Desta forma, devido a quantidade de aparelhos e o número de pessoas que utilizam diariamente as instalações, é viável a implementação de medidas que priorizem a conservação e o uso racional da água.

5.1.2.2 Reuso de água

No caso específico da edificação do estudo de caso, o indicado seria o reuso das águas utilizadas para lavagem das mãos nas torneiras dos lavatórios, tendo em vista a característica de apresentar uma grande quantidade e seu uso ser frequente durante todo o dia. Ressalta-se que para lançar mão deste artifício, é necessário um sistema de condução separado do esgoto, o qual encaminhe as águas para o tratamento e armazenamento, para posterior utilização conforme o uso especificado.

É importante atentar que o mercado dispõe de uma gama de sistemas de tratamento de efluentes, de modo que deve ser especificado o que atenda ao uso previsto para a edificação. Uma possibilidade, conforme ilustrado na figura 46, é utilizar o filtro de múltiplas camadas, que é um método simples e eficaz que pode ser implantado sem grande complexidade, sendo confeccionado com barril plástico ou caixa de alvenaria, onde por meio das múltiplas camadas esse filtro promove o tratamento biológico e mecânico, reduzindo a DBO 5, 20, retendo com eficiência os sólidos sedimentáveis e removendo, parcialmente ou totalmente, as concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrato, fosfato e coliformes fecais.

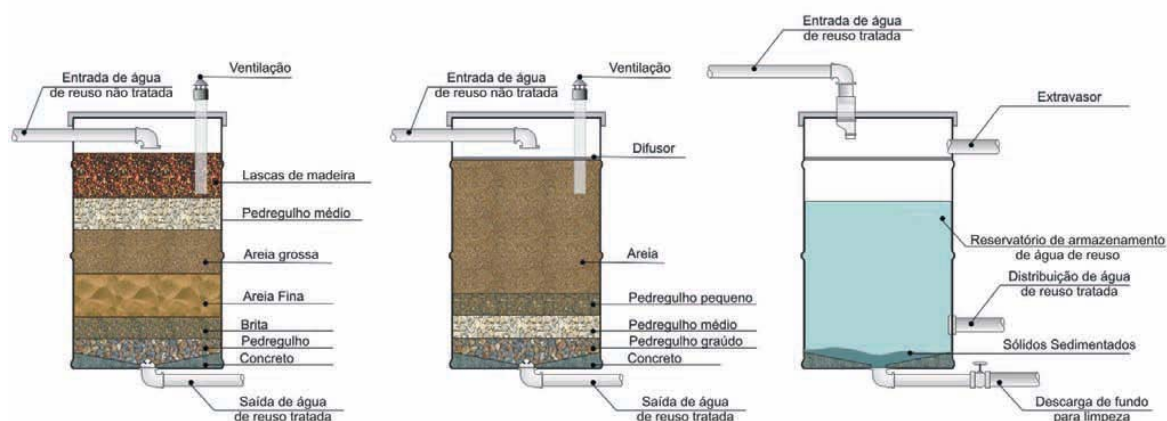


FIGURA 46 – FILTRO DE MÚLTIPLAS CAMADAS UTILIZADO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

FONTE: Oliveira et al (2007)

A primeira providência a se tomar para implantação do sistema é determinar o potencial de água de reuso da edificação, de forma estimativa, calculando o volume de água potável despendida no caso dos lavatórios, da seguinte maneira para estudo de caso:

- volume de água na lavagem de mãos de uma torneira do tipo acionamento automático: 6 L/min
- número de torneiras dos lavatórios: 97
- número aproximado de pessoas que utilizam a edificação diariamente: 800

Considerando que cada acionamento necessário para lavagem completa das mãos consuma 10 segundos, o volume gasto seria de 1L.

Considerando ainda que todos os usuários utilizem os sanitários ao menos uma vez na permanência na edificação, o volume aproximado despendido seria de $800 \times 1\text{L} = 800\text{L}/\text{dia}$. Extrapolando este valor para o consumo de uma semana, considerando 5 dias úteis, teremos $4\text{m}^3/\text{semana}$.

TABELA 05 – VALORES REFERENCIAIS DE CONSUMO DE ÁGUA NO SERVIÇO PÚBLICO

	<i>consumo médio</i>	<i>unidade</i>
<i>Chuveiro</i>	<i>110</i>	<i>litros/banho</i>
<i>Irrigação de jardins</i>	<i>1,5</i>	<i>litros/m²</i>
<i>Lavagens de autos</i>	<i>100</i>	<i>litros/auto</i>
<i>Lavagens de pisos e calçadas</i>	<i>1</i>	<i>litros/m²</i>
<i>Lavanderia</i>	<i>30</i>	<i>litros/kg de roupa seca</i>
<i>Restaurante</i>	<i>25</i>	<i>litros/refeição</i>
<i>Vaso sanitário</i>	<i>30 a 50</i>	<i>litros/funcionário/dia</i>

FONTE: Viggiano (2010)

A título de análise da viabilidade do sistema, com o auxílio dos índices de consumo constantes da tabela 05, pode-se verificar o potencial da utilização das águas de reuso, conforme a seguir:

- utilização na rega semanal de jardins: $4.000\text{L}/1,5\text{L}/\text{m}^2 = 2.666,66\text{m}^2$
- utilização na lavagem semanal de calçadas: $4.000\text{L}/1,0\text{L}/\text{m}^2 = 4.000\text{m}^2$

Ou seja, com o aproveitamento das águas cinza claras provenientes dos efluentes dos lavatórios dos banheiros da edificação, de modo aproximado, pode-se regar $2.666,66\text{m}^2$ de jardim ou lavar 4.000m^2 de calçada externas.

Assim, o volume de água potável despendido tanto é grande e deste modo pode ser reutilizado para fins menos nobres, mas que de grande necessidade, tais como: rega de jardim e lavagem de pisos e calçadas externas.

5.1.2.3 Aparelhos economizadores de água

É importante ressaltar que os componentes economizadores podem ser adotados facilmente em fase de projeto, porém em edificações existentes e ocupadas, a substituição de equipamentos convencionais por componentes economizadores de água pode apresentar dificuldades técnicas e ser mais onerosa. Nesse sentido, deve-se atentar para a viabilidade técnica e econômica da substituição destes equipamentos,

sendo que a economia monetária não deve ser o único aspecto a ser verificado na adoção de componentes economizadores.

A seguir apresenta-se o quadro 27 com os principais componentes economizadores de água constantes no mercado:

Aparelho sanitário	Componente economizador	Principais características
Torneiras	Arejador	Dispositivo regulador e abrandador do fluxo de saída de água, usualmente montado na extremidade de torneiras e bicas em geral, destinado a promover o direcionamento do escoamento de água, evitando dispersões laterais e amortecendo o impacto do jato de água contra as partes que estão sendo lavadas. É também um componente que propicia a redução de consumo de água sem comprometimento das operações de lavagem em geral. Os arejadores funcionam pelo princípio de Venturi, incorporando considerável quantidade de ar ao fluxo de água e reduzindo a vazão e o volume de água utilizado.
Torneiras	Pulverizador	Dispositivo fixado na saída da torneira, porém não tem orifícios laterais para a introdução de ar. Transforma o jato de água em um feixe de pequenos jatos semelhante ao que ocorre em um chuveiro. Reduz a vazão para valores entre 0,06 litros/s e 0,12 litros/s, podendo chegar até a 0,03 litros/s, sem reduzir a satisfação do usuário.
Torneiras	Prolongador	Dispositivo fixado na extremidade da torneira para aproximar e direcionar melhor o jato ao objeto a ser lavado. Prolongadores bem projetados podem representar economia de água. Cuidados devem ser tomados com a correta vedação da conexão à torneira.
Chuveiro ou ducha	Registro regulador de vazão	O registro regulador de vazão é empregado para reduzir vazões excessivas, normalmente existentes em condições de alta pressão. Tais componentes podem ser aplicados em chuveiros e duchas e possibilitam a regulação da vazão a níveis de conforto e economia conforme o tipo de chuveiro empregado, a pressão existente no ponto e hábitos dos usuários. Outro procedimento também pode ser a instalação de um dispositivo restritor de vazão. Uma das vantagens do uso do restritor de vazão é que a mesma permanece constante dentro de uma faixa de pressão, geralmente de 10 mca a 40 mca. Existem restritores de vazão com os mais diferentes valores de vazão, por exemplo, para 6, 8, 10, 12 e 14 litros/minuto. Ressalta-se que são recomendados para valores de pressão hidráulica superiores a 10 mca.
Vaso sanitário	Válvula de descarga com acionamento seletivo	Dispositivo conhecido como "duo-flush" ou dual é utilizado para possibilitar o acionamento seletivo da válvula de descarga. A válvula de descarga contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa para o arraste de efluente com sólidos. O acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga, geralmente de 3,4 litros, para limpeza apenas de efluente líquido no vaso sanitário.

QUADRO 27 – PRINCIPAIS COMPONENTES ECONOMIZADORES DE ÁGUA

FONTE: Lamberts et al (2010)

A adoção de tais componentes é de grande importância para economia de água potável sendo a adoção deste tão importante quanto o aproveitamento de águas pluviais e o reuso, onde tais atitudes fazem parte do uso racional da água na edificação.

5.1.3 ENERGIA E ATMOSFERA

No intuito de desenvolver projetos mais sustentáveis deve-se buscar a redução no consumo de eletricidade e priorizar o uso de fontes renováveis de energia, como alternativa, levando em consideração critérios para o desenvolvimento de projetos de edificações visando à eficiência energética.

Neste sentido, é possível verificar pelo gráfico da figura 47, que o setor público responde por 8,4% do consumo da energia produzida no Brasil, assim, responsável por uma parcela significativa, o que justifica toda e qualquer iniciativa no sentido de reduzir o consumo energético, procurando fontes verdes de geração de energia e equipamentos que reduzam o consumo.

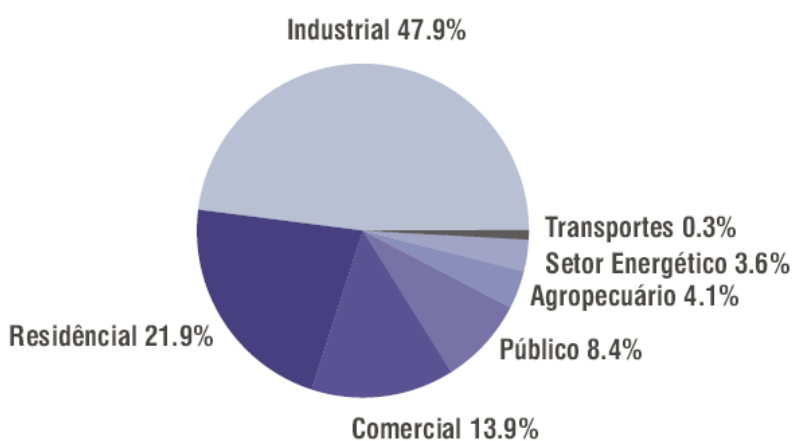


FIGURA 47 – COMPOSIÇÃO SETORIAL DO CONSUMO DE ELETRICIDADE EM 2004

FONTE: Lamberts e Trina (2007)

Relata-se que na edificação do estudo de caso não constava a execução e nem existia previsão de projeto de geração de energia verde, nem meios alternativos.

Destaca-se a necessidade de proceder ao comissionamento dos sistemas que demandam energia (como sistema de condicionamento de ar, iluminação e seus controles associados), inspecionando e testando para garantir que estejam corretamente instalados, calibrados e com o desempenho pretendido.

As figuras 48 e 49 apresentam o sistema de iluminação utilizado na edificação, composto por luminárias de sobrepor com lâmpadas fluorescentes, fixadas em perfilados, de modo aparente.



FIGURA 48 – LUMINÁRIAS DE SOBREPOR COM LÂMPADAS FLUORESCENTES

FONTE: o autor (2011)



FIGURA 49 – FOTOGRAFIA DA ILUMINAÇÃO DA BIBLIOTECA E SALA DE AULA

FONTE: o autor (2011)

Desta forma, considerando que o consumo de energia elétrica relativo à iluminação é um dos principais contribuintes e que qualquer medida para redução é importante, procedeu-se uma simulação da potência instalada no auditório, figura 50, no intuito de verificar a eficácia do sistema de iluminação adotado e para tanto foi considerado dois cenários: o executado, com lâmpadas fluorescentes e proposto com lâmpadas de LED.



FIGURA 50 – FOTOGRAFIA DA ILUMINAÇÃO DO AUDITÓRIO COM LUMINÁRIAS FLUORESCENTES

FONTE: o autor (2011)

5.1.3.1 Luminárias com lâmpadas fluorescentes

A simulação foi realizada por meio do software DIALUX 4.9, primeiramente desenhando o ambiente conforme a situação executada, respeitando a quantidade de luminárias bem como a disposição das mesmas no local, conforme demonstrado na figura 51.

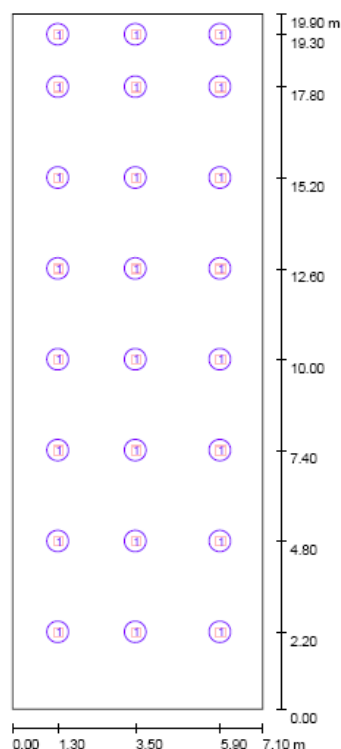


FIGURA 51 – DISPOSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS COM LÂMPADAS TIPO FLUORESCENTES NO AUDITÓRIO

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

Após a definição dos parâmetros foi realizada a análise do índice de iluminação mínimo, médio e máximo do ambiente em questão, bem como a potência total das luminárias. Os resultados ficaram da seguinte maneira:

- Iluminação Média, $E_{med} = 282\text{lux}$
- Iluminação Mínima, $E_{min} = 40\text{lux}$
- Iluminação Máxima, $E_{max} = 520\text{lux}$
- Potência Total = 1248W

Estes parâmetros estão ilustrados no diagrama constante da figura 52 a seguir:

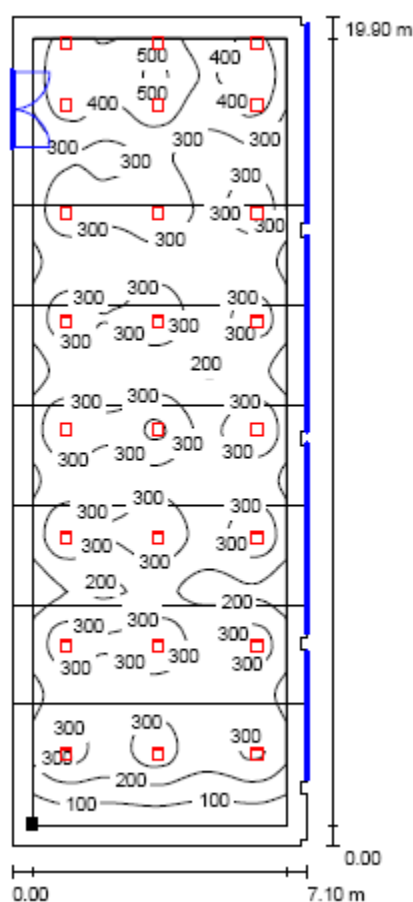


FIGURA 52 – DIAGRAMA DO ÍNDICE DE ILUMINAÇÃO DO AUDITÓRIO

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

Do diagrama, podemos verificar que as regiões próximas das luminárias possuem um índice de iluminação de aproximadamente 300lux, e que as áreas

periféricas, próximas às paredes possuem índices menores, 100lux, sendo o ideal para o caso em questão 400lux.

5.1.3.2 Luminárias com lâmpadas de LED

A simulação foi realizada da mesma maneira que para as lâmpadas fluorescentes, primeiramente desenhando o ambiente conforme a situação executada, respeitando a quantidade de luminárias, bem como a disposição das mesmas no local, modificando o tipo de lâmpada para LED, conforme demonstrado na figura 53.

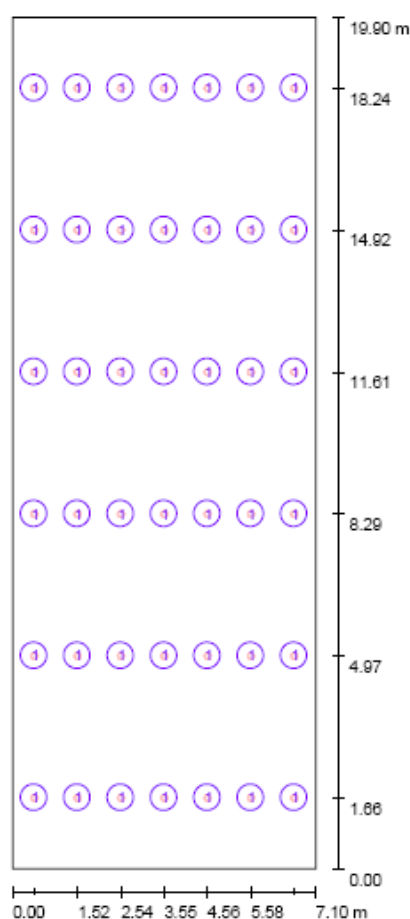


FIGURA 53 – SIMULAÇÃO DAS LUMINÁRIAS COM LÂMPADAS TIPO LED NO AUDITÓRIO

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

Após a definição dos parâmetros, os resultados ficaram da seguinte maneira:

- Iluminação Média, $E_{med} = 282\text{lux}$
- Iluminação Mínima, $E_{min} = 92\text{lux}$
- Iluminação Máxima, $E_{max} = 451\text{lux}$
- Potência Total = 772,8W

Estes parâmetros estão ilustrados no diagrama constante da figura 54 a seguir:

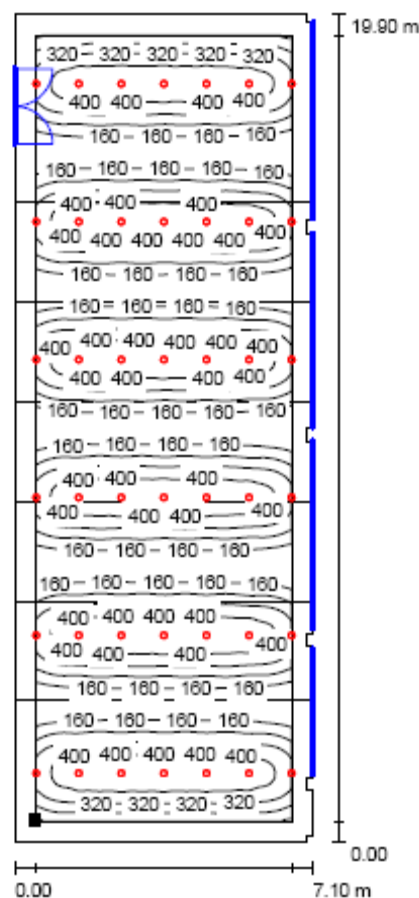


FIGURA 54 – DIAGRAMA DO ÍNDICE DE ILUMINAÇÃO PARA LÂMPADAS TIPO LED DO AUDITÓRIO

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

Dos diagramas elaborados para os dois cenários, pode-se verificar que com a adoção das luminárias tipo LED foi possível aumentar o índice de iluminação, sendo que a maior parte do ambiente agora está com índice de iluminação de 400lux. Ainda pode-se verificar que com o sistema composto por lâmpadas de LED a potência

instalada do ambiente reduziu de 1.248W para 772,8W, ou seja, uma redução de consumo de energia em aproximadamente 40% com um ganho de iluminação de 30%, mesmo aumentando a quantidade de luminárias em relação as fluorescentes.

É importante atentar que os custos das luminárias de LED são superiores aos de lâmpadas fluorescentes, desta forma deve ser avaliado cada caso tendo em vista a viabilidade financeira e o tempo de retorno do investimento realizado, levando sempre em consideração a eficiência energética, ou seja, o ganho ambiental.

5.1.4 MATERIAIS E RECURSOS

No intuito de atender a categoria referente aos materiais e recursos, indica-se uma metodologia de análise que visa levar em consideração na ocasião das especificações de projeto, parâmetros além dos tradicionais preço e qualidade. Esta metodologia consiste na elaboração de uma matriz de avaliação de materiais, onde serão relacionados os materiais a serem avaliados, atribuindo para tanto uma pontuação e peso, distribuídos nos quesitos: natureza do insumo, impacto ambiental direto, função social, custo final, propriedades bioclimáticas e caráter estético.

Por meio desta metodologia de análise, a qual deve ser realizada anteriormente a especificação dos materiais no projeto, é possível adotar materiais mais sustentáveis, sem deixar de levar em consideração o custo e a qualidade, pois pode-se atribuir pesos conforme a situação exija.

A análise da viabilidade de aplicar determinado material seguirá a metodologia proposta na cartilha de Viggiano (2010), conforme a seguir:

Pontuação

É a valoração numérica do quesito estudado. Essa valoração deve ser fruto de uma pesquisa da literatura técnica específica, da averiguação *in loco* e de testes práticos e matemáticos. A pontuação pode ser uma escala de 0 a 5:

- 5 – excelente
- 4 – muito bom
- 3 – bom
- 2 – razoável
- 1 – ruim
- 0 – péssimo

Peso

É o grau de importância relativa do quesito em relação aos outros quesitos e ao projeto como um todo. A atribuição de peso deve ser fruto da reflexão do projetista acerca dos quesitos mais importantes para cada projeto estudado. Por exemplo, se o projeto encontra-se em uma área delicada em termos de equilíbrio ecológico, deve-se pesar mais quesitos como comprometimento ecológico e impacto ambiental. Por outro lado,

se a obra tiver limitação de orçamento, os critérios preço final e disponibilidade de mão de obra são mais significantes. O peso pode ser uma escala de 1 a 3:

3 – Imprescindível

2 – Relevante

1 – Supérfluo

Exemplo
O valor final estabelece a posição relativa de cada telha em relação às outras e serve para embasar a tomada de decisão acerca de qual material é o ideal para o projeto em questão

	Natureza do insumo	Impacto ambiental direto	Função social	Custo final	Propriedades bioclimáticas	Caráter estético	
Peso	2	2	3	3	3	1	
Telha metálica convencional	3	2	2	3	2	3	
Nota com peso	6	4	6	9	6	3	34
Telha metálica com enchimento	3	2	2	1	5	4	
Nota com peso	6	4	6	3	15	4	38
Telha calhetão de concreto	1	1	2	5	1	1	
Nota com peso	2	2	6	15	3	1	29

FIGURA 55 – EXEMPLO DE MATRIZ PARA ESPECIFICAÇÃO DE TELHA PARA PROJETOS SUSTENTÁVEIS

FONTE: Viggiano (2010), adaptado pelo autor (2012)

No exemplo proposto, as questões sociais, de custo e bioclimáticas são as mais relevantes, ou seja, terão um peso diferenciado:

- Natureza do insumo – peso 2
- Impacto ambiental direto – peso 2
- Função social – peso 3
- Custo final – peso 3
- Propriedades bioclimáticas

Desta forma, considera-se a metodologia apresentada importante para definição de parâmetros ambientais e sociais na especificação dos materiais, situação que em

obras pequenas não é tão perceptível, mas em obras de grande vulto estas ações tornam-se relevantes e podem contribuir muito para mudar o cenário da construção civil para uma condição mais sustentável, focando na perpetuação dos recursos naturais e na preservação do meio ambiente para as futuras gerações.

5.1.5 QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA

A qualidade ambiental interna da edificação visa atender a necessidade de se projetar edificações com materiais e métodos sustentáveis, que causem o menor impacto possível ao meio ambiente, do ponto de vista da produção do insumo de construção até a etapa de uso da edificação.

Com relação à ocupação da edificação, faz parte a adoção de medidas que colaborem com o bem estar das pessoas que utilizam a edificação, no intuito de tornar o ambiente agradável e salubre, com vistas ao conforto térmico e de iluminação.

É importante atentar que alguns materiais podem influenciar na qualidade do ambiente interno da edificação com emissões de substâncias prejudiciais à saúde, sendo os principais componentes causadores os compostos orgânicos voláteis (VOC), presentes em tintas, solventes, adesivos e alguns tipos de madeiras compostas.

Desta forma, cabe à equipe técnica de desenvolvimento especificar materiais ambientalmente corretos, bem como atentar para concepção dos projetos priorizando iluminação, insolação e ventilação.

Ressalta-se que estas atitudes devem ser tomadas na fase de projeto, pois após construída a edificação muitas delas são inviáveis ou têm sua eficácia comprometida.

No intuito de simular a implantação destas atitudes, foi proposta a instalação de brises na fachada noroeste da edificação do estudo de caso, conforme figura 56, objetivando a proteção solar nos ambientes das salas de aula. Com este dispositivo é possível controlar a quantidade da incidência dos raios solares em determinados horários do dia, proporcionando assim maior conforto aos usuários.



FIGURA 56 - ELEVÇÃO DA EDIFICAÇÃO (ESTUDO DE CASO) PROPOSTA COM BRISES

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

A figura 57 mostra a simulação de um corte de como ficaria o ambiente interno da edificação com os brises instalados. Pode-se verificar que com este sistema a ventilação cruzada não fica comprometida mantendo o conforto térmico do ambiente.



FIGURA 57 - EFEITO DA VENTILAÇÃO CRUZADA NAS SALAS DE AULA DO BLOCO

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

A figura 58 apresenta a simulação de como ficaria a iluminação do ambiente das salas de aula com a instalação dos brises. Pode-se perceber que pela análise, não houve comprometimento da iluminação.



FIGURA 58 - INSOLAÇÃO EM SALA DE AULA DO BLOCO

FONTE: Elaborado pelo autor (2011)

Assim, levando-se em consideração a adoção destes critérios na ocasião da concepção dos projetos, é possível obter edificações públicas com conforto térmico e ventilação adequados, tornando o ambiente mais salubre e agradável na permanência dos usuários.

5.1.6 INOVAÇÃO E PROCESSO DO PROJETO

É importante a concepção de projetos inovadores visando a construção de edificações sustentáveis que colaborem com o uso racional da água, a eficiência energética, a maximização de espaços abertos e o consumo de madeira certificada.



Ressalta-se que a inovação deve abranger o processo de gestão da obra no canteiro de obras, onde é possível planejar levando em consideração critérios de sustentabilidade ambiental.






5.1.7 CRÉDITOS REGIONAIS

Sempre que possível, levar em consideração as prioridades ambientais específicas da região, ou seja, atentar para a legislação dos órgãos competentes para avaliação e aprovação, no caso de Curitiba são: IBAMA, IAP, SMMA, Prefeitura Municipal, Sanepar, Copel, DER e etc.

5.2 RESUMO SINTÉTICO DAS RECOMENDAÇÕES

O quadro 28 apresenta de forma sintética o resumo das recomendações para a construção de edificações públicas mais sustentáveis, tendo em vista os parâmetros constantes da metodologia de certificação ambiental LEED-NC.

Item		Recomendação
	ESPAÇO SUSTENTÁVEL	<ul style="list-style-type: none"> - Na ocasião da análise da viabilidade do terreno, priorizar áreas onde haja facilidade de acesso ao transporte público. - Atuar na redução do impacto direto ao meio ambiente do local da obra, atendendo ao disposto na Resolução CONAMA nº 307/2002. - Canteiro de obras: layout e operação em conformidade com a Norma Regulamentadora nº 18 do Ministério do Trabalho; redução de perdas por operação inadequada; uso racional da água (água de chuva) e eficiência energética (placa solar); adoção de materiais de origem local e com baixa emissão de CO₂; e tratamento e destinação final dos resíduos gerados. - Destinar áreas no terreno para estacionamento de veículos, bem como bicicletários e vestiários.
	USO RACIONAL DA ÁGUA	<ul style="list-style-type: none"> - Aproveitamento da água de chuva. * priorizar a água de chuva para descarga de vasos sanitários e rega de jardim - Reuso da água. * priorizar a água de reuso para lavagem de calçadas - Aparelhos economizadores de água.








	ENERGIA E ATMOSFERA	<ul style="list-style-type: none"> - Comissionamento dos sistemas elétricos. - Adoção de luminárias com lapadas de LED; - Para áreas de circulação, corredores e escadas adotar luminárias com dispositivo sensor de presença. - Sempre que possível, utilizar fontes alternativas de geração de energia (solar) - Adotar aparelhos elétrico/eletrônicos com selo procel de eficiência energética nível A.
	MATERIAIS E RECURSOS	<ul style="list-style-type: none"> - Atender ao disposto na Instrução Normativa N° 01, de 19 de janeiro de 2010. - Adotar materiais com baixa emissão de CO2. - Adotar materiais de origem regional. - Especificar materiais levando em consideração aspectos ambientais e sociais além do preço e qualidade. - Sempre que possível utilizar materiais provenientes de reuso e/ou de conteúdo reciclado.
	QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	<ul style="list-style-type: none"> - Adotar materiais livres de compostos orgânicos voláteis (VOC) (tintas, vernizes, madeiras compostas). - Conceber projetos priorizando a ventilação cruzada e insolação - Adotar brises para controle da incidência solar - Manter o ambiente interno livre da fumaça do cigarro.
	INOVAÇÃO E PROCESSO DE PROJETO	<ul style="list-style-type: none"> - Conceber projetos de edificações sustentáveis visando reduzir os custos de operação e manutenção
	CRÉDITOS REGIONAIS	<ul style="list-style-type: none"> - Levar em consideração as prioridades ambientais específicas da região, de acordo com legislação dos órgãos competentes

QUADRO 28 – RECOMENDAÇÕES PARA EDIFICAÇÕES MAIS SUSTENTÁVEIS

FONTE: Elaborado pelo autor (2012)

5.3 PANORAMA DO DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO COM AS MELHORIAS RECOMENDADAS

No intuito de verificar se a edificação do estudo de caso teria potencial de obter a certificação LEED-NC, foi elaborado o quadro 29, o qual apresenta a pontuação que seria alcançada na verificação *in loco* da edificação, caso fossem implementadas as recomendações de melhorias.

RESUMO DA AVALIAÇÃO APÓS AS IMPLEMENTAÇÕES RECOMENDADAS		
CATEGORIA	PREVISTO	VERIFICADO
 ESPAÇO SUSTENTÁVEL	26	17
 USO RACIONAL DA ÁGUA	10	4
 ENERGIA E ATMOSFERA	35	6
 MATERIAIS E RECURSOS	14	6
 QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	15	10
 INOVAÇÃO E PROCESSO DE PROJETO	6	1
 CRÉDITOS REGIONAIS	4	1
TOTAL	110	45

QUADRO 29 – RESUMO DA PONTUAÇÃO COM AS RECOMENDAÇÕES DE MELHORIAS

FONTE: Elaborado pelo autor (2012)

Assim, a edificação seria enquadrada como CERTIFICADA, pois totalizou 45 pontos, ficando dentro da margem estipulada para a categoria que é de 40 a 49 pontos.

Desta forma, pode-se verificar que a IFES tem condições de conceber projetos para tornar suas edificações mais sustentáveis, bem como há a possibilidade de obter a certificação LEED para estas edificações.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a fazer uma avaliação da sustentabilidade ambiental das edificações da IFES, tendo em vista o sistema de certificação ambiental LEED.

Para alcançar os objetivos, primeiramente realizou-se uma análise comparativa entre os principais sistemas de certificação ambiental aplicados no país, onde foi possível concluir que a certificação LEED seria a mais adequada para o estudo de caso em questão, pois a mesma apresentava como vantagens a estrutura abrangente e em formato *checklist*, o que facilitaria a etapa de pesquisa de campo.

Definido o sistema de certificação ambiental que seria adotado na pesquisa, partiu-se para etapa de campo, onde foi realizada uma verificação minuciosa na edificação do estudo de caso, tendo como fontes de evidências os projetos, caderno de encargos, questionário aplicado na equipe de projetos e vistoria *in loco*. O objetivo era verificar o nível de enquadramento da edificação, como construída, com relação aos itens constantes do *checklist* da certificação LEED-NC.

Ressalta-se que o objetivo principal não foi a certificação, mas sim identificar se as obras públicas brasileiras podem incorporar ações de projeto que minimizem os impactos ambientais.

Assim, com a verificação *in loco*, foi possível concluir que a edificação não cumpriu com a maioria dos itens das categorias previstas no *checklist*, alcançado uma pontuação muito baixa, insuficiente para obter uma certificação, caso esse fosse o objetivo.

Com relação à verificação dos itens da certificação, pode-se afirmar que:

- Para a categoria Espaço Sustentável a edificação alcançou 14 dos 26 pontos previstos, pois o plano diretor do campus não contemplava os itens necessários para cumprir os quesitos relativos ao Transporte alternativo, Desenvolvimento do espaço e Redução da ilha de calor.
- Tendo em vista que os sistemas de redução do consumo de água potável da edificação não estavam implementados ou eram insuficientes para gerar uma redução de pelo menos 30% do consumo, foi possível afirmar que no que diz respeito à categoria Uso Racional da Água, não houve pontuação.

- Não houve pontuação para a categoria Energia e Atmosfera, pois a edificação não disponha de métodos nem dispositivos para otimização da performance energética, nem meios para proceder a medição e verificação dos sistemas. Também não foi localizado fontes de energia renovável ou verde.
- Para a categoria Materiais e Recursos a edificação obteve 1 dos 14 pontos previstos, em virtude de que na concepção dos projetos não foi considerada a utilização de materiais de reuso, nem um percentual significativo de materiais reciclados e/ou de rápida renovação. Também não foi possível verificar se a madeira utilizada era certificada ou provinha de áreas de reflorestamento.
- No que diz respeito a categoria Qualidade Ambiental Interna, a edificação pontuou 3 dos 15 pontos previstos, pois não foi identificado na área interna da edificação, dispositivos de monitoramento, controle ou gestão da qualidade ambiental.
- Não houve pontuação para a categoria Inovação e Processo de Projeto, pois os projetos da edificação foram concebidos de maneira tradicional, não sendo identificados critérios que o classificassem como inovador.
- Foi considerada as prioridades previstas pelos órgãos responsáveis pelo controle e fiscalização ambiental, sendo possível pontuar 1 dos 4 pontos previstos para a categoria Créditos Regionais.

Assim, realizada a verificação do enquadramento da edificação com relação aos parâmetros da certificação LEED-NC, a etapa seguinte contemplou a aplicação de um questionário com os profissionais responsáveis pela elaboração dos projetos, bem como fiscalização das obras da IFES.

O intuito do questionário foi o de complementar e até mesmo compreender os resultados da verificação *in loco* da edificação, onde por meio deste foi possível concluir que a equipe de servidores envolvida na elaboração dos projetos e fiscalização das obras não estava aplicando princípios e meios que contribuíssem para concepção de edificações mais sustentáveis.

Neste contexto, foi criado um capítulo contendo propostas de melhorias para que as futuras edificações da IFES sejam concebidas levando em consideração aspectos mais sustentáveis, tanto do ponto de vista ambiental quanto da durabilidade e conforto.

Para isso foi realizada uma pesquisa bibliográfica de modo a identificar medidas tanto de projeto quanto de canteiro de obras e gestão para que os principais itens constantes das categorias da certificação ambiental fossem atendidos, de modo a tornar a edificação mais sustentável.

Com as recomendações de melhoria para tornar as futuras edificações da IFES mais sustentáveis, refez-se a avaliação do *checklist* realizada na verificação, conseguindo obter um escore de 45 pontos, o qual possibilita enquadrar a edificação como certificada, conforme a escala de 40 a 49 pontos.

Desta forma, é possível afirmar que a administração pública tem condições de conceber edificações mais sustentáveis, levando em consideração na elaboração dos projetos e no controle e fiscalização das obras as questões relativas ao uso racional da água e dos materiais, a preservação dos recursos naturais, a valorização da mão de obra local, a eficiência energética e o conforto do usuário, tendo em vista todas as etapas do ciclo de vida da edificação.

É preciso atentar que a principal intervenção deve partir dos profissionais envolvidos na elaboração dos projetos, pois é preciso desenvolver e incentivar a cultura de agregar aos já tradicionais preço e qualidade, também os critérios relacionados ao meio ambiente e ao bem estar social dos usuários.

Ressalta-se que estas implementações devem ser motivadas pelos responsáveis pela gestão dos recursos públicos, pois existe uma resistência a mudanças e certa tendência a se manter os métodos tradicionais de se pensar e agir, sendo a inovação muitas vezes uma barreira que deve ser ultrapassada gradativamente.

6.1 SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Esta pesquisa limitou-se a aplicar métodos qualitativos, sem levar em consideração medições ou aferições, nem a viabilidade financeira das implementações recomendadas para tornar as edificações mais sustentáveis. Também o método de avaliação levou em consideração apenas a certificação ambiental LEED-NC.

Desta forma, a sugestão para trabalhos futuros seria a consideração da viabilidade financeira, bem como o tempo de retorno das implementações estudadas nesta dissertação, bem como a verificação por meio de outras certificações ambientais, tais como: AQUA ou Selo Caixa Azul.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, Luis Carlos. **Licitação e contrato administrativo**: Baroni, Robison. Brasília: Brasília Jurídica, 1998.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3ed. Brasília: ANEEL, 2008.

ANTONIOLI, P. E. **Estudo crítico sobre subsídios conceituais para suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas**. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ARAÚJO, V. M. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e Subsídios para sua aplicação na gestão do processo de Projeto de edificações**. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica de Universidade de São Paulo.

AULICINO, P. **Análise de métodos de avaliação de sustentabilidade do ambiente construído: o caso dos conjuntos Habitacionais**. São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica de Universidade de São Paulo.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho das edificações e a sua importância para o setor da construção civil**. São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

BRASIL, **Instrução Normativa Nº 01 de 19 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL, **Agenda 21 brasileira**. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Brasília, 2002.

BRASIL, **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**, Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.

BRASILIT – SAINT GOBAIN **Caixa d'água de fibra de vidro sem adição de amianto**. Disponível em: <http://www.brasilit.com.br/produtos/caixa-agua/> Acesso em: 06/09/2011.

BUENO, C. **Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro**. São Carlos, 2010. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

CARDOSO, F.; ARAUJO, V. **Levantamento do estado da arte: canteiro de obras**. São Paulo, 2007. Disponível em: http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/metas_estado_da_arte.htm Acesso em 22/09/2011.

CEF - CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul da Caixa de Construção Sustentável**. Disponível em <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/desenvolvimento_urbano/gestao_ambiental/Guia_Selo_Casa_Azul_CAIXA.pdf> Acesso em 10/06/2011.

CINTRA, C. R. G. **Utilização da ISO 6241 na avaliação de edificações escolares, através dos métodos e técnicas da APO – Avaliação Pós-Ocupação**. Itajubá, 2001. Dissertação (Mestrado) – Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

CONFEA, Resolução nº 361. **Dispõe sobre a conceituação de projeto básico em consultoria de Engenharia, Arquitetura e Agronomia**. Dez. 1991.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Constructability: a primer**. 2.ed. Austin, 1987 (CII publication, n3-1). Disponível em: <https://www.construction-institute.org/scriptcontent/more/sp34_1_v2_more.cfm>

COSTA, A. S. **Eficiência energética em iluminação de ambientes em uma instituição pública de ensino.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Curitiba, 2007.

DA ROSA, M. P. **Viabilidade econômico-financeira e benefícios ambientais da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil produzidos em Florianópolis-SC.** Florianópolis, 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios.** São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica de Universidade de São Paulo.

DEGANI, C. M. **Modelo de gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas.** São Paulo, 2010. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica de Universidade de São Paulo.

DIAL – LIGHT, BUILDING, SOFTWARE. **Software para simulação de iluminação.** Disponível em: <http://www.dial.de/DIAL/en/service/press-announcement/dialux/dialux-49-the-world-of-light.html> Acesso em: 18/09/2011.

ECOÁGUA. **3P Filtro industrial VF6 art. nº1000900.** Disponível em: <http://www.ecoagua.pt/sbo/downloads/3P%20Filtro%20Industrial%20VF6.pdf> Acesso em 15/10/2011.

FERREIRA, D. D. M e et al. **Gestão de resíduos da construção civil e de demolição: contribuições para a sustentabilidade ambiental.** Niterói, 2009. V Congresso Nacional de Excelência em Gestão - Gestão do Conhecimento para Sustentabilidade.

FONSECA, S. D. **Contribuição para uma metodologia de avaliação da eficiência energética em iluminação de salas de aula.** Curitiba, 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – PPGTE.

GBC BRASIL – GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2010. **Empreendimentos certificados**. <http://www.gbcbrasil.org.br/?p=faq> Acesso em 20/08/2010.

GBC BRASIL – GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2011. **Checklist da certificação LEED-NC**.
<http://www.gbcbrasil.org.br/sistema/certificacao/CheckListLEEDNCv.3Portugues.pdf>
Acesso em 12/05/2011.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOTTFRIED, David. A blueprint for green building economics. **UNEP Industry and Environment**, Japão, v. 26, n. 2-3, p. 20-21, set. 2003. Disponível em:
<<http://www.unep.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>> Acesso em 21 de março de 2011.

GONZALES BORGES, Alice. **Normas gerais no estatuto de licitações e contratos administrativos**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1994.p.48

GRAZIANO JUNIOR, S. F. C. G. **Racionalização de energia: Iluminação natural na Arquitetura**, 2006. Disponível em: <<http://www.luz.philips.com>>.

HERNANDES, T. Z. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** São Paulo, 2006. Dissertação FAUUSP.

LAMBERTS, R. et al. **Regulamentação de etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética de edifícios comerciais e públicos**. Disponível em:
<<http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/reg.etiquetagem.voluntaria.html>>.

LAMBERTS, R. et al. **Casa eficiente: uso racional da água**. Florianópolis, 2010. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>. Acesso em 15/09/2011.

MARQUES DE JESUS, C. R. **Análise de custos para reabilitação de Edifícios para habitação**. São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MARQUES N. R. e BIANCHI G. M. **Avaliação sustentável de um edifício educacional em Viçosa-MG: uma experiência no uso do método LEED para edificações existentes.** Viçosa, 2009. Artigo – Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa.

MOTTA, C. A. P. **Qualidade das obras públicas em função da interpretação e prática dos fundamentos da lei 8.666/93 e da legislação correlata.** Santa Maria, 2005. Artigo – Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Regulamentação para Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos:** Versão aprovada em agosto de 2008 pelo GT-Edificações do CGIEE. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/reg.etiquetagem.voluntaria.html>>.

NASCIMENTO A. L. e MACIEL E. **Certificação Ambiental AQUA, LEED e Procel INMETRO.** Artigo, 2010. Centro Universitário Fundação Santo André – MBA em Gestão Ambiental.

OLIVEIRA, L. H. M. et al. **Levantamento do estado da arte: água.** São Paulo, 2007. Disponível em:
http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/metas_estado_da_arte.htm Acesso em 22/09/2011.

OLIVEIRA, S. L. Metodologia da pesquisa. In: **Tratado de metodologia científica.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

PENNA, A. C. M. **Avaliação Pós-Ocupação (APO) em edificações da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), O caso do Instituto Fernandes Figueira (IFF).** Rio de Janeiro, 2002. Artigo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo UFRJ.

ROBSON, C. **Real world research:** a resource for social scientists and practitioner - researchers. Oxford: Blackwell Publishers, 2nd ed, 2002.

SILVA, R. C. **Critérios para licitação e fiscalização em obras de edificações públicas**. Curitiba, 2009. Monografia (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. São Paulo, 2003. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

VALENTE, J. P. **Certificações na construção civil: comparativo entre LEED e HQE**. Rio de Janeiro, 2009. Monografia (Graduação) - Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

VIGGIANO, M. H. S. **Edifícios públicos sustentáveis**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2010.

TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de Edificações residenciais brasileiras**. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

TCU, Tribunal de Contas da União. **Obras Públicas: recomendações básicas para contratação e fiscalização de obras de edificações públicas**. 2ª Edição. Brasília: TCU, SECOB, 2009.

USGBC – United States Green Building Council. **LEED 2009 for new construction and major renovations**. Disponível em <http://www.gbcbrasil.org.br/pt/index.php?pag=certificacao.php>> Acesso em 10/06/2011.

VANZOLIN, FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO **Referencial técnico de certificação: Edifícios do setor de serviços – Processo AQUA**. Disponível em: <<http://www.processoaqua.com.br/pdf/RT-Escritorios%20e%20Edif%C3%ADcios%20escolares-V0-outubro2007.pdf>> Acesso em 10/06/2011.

YIN, R. K. **Projetando estudos de caso**. In: **Estudos de caso: planejamento e método**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

Estrutura de Informação: A informação é estruturada em forma de questionário de modo a se obter o nível de concordância do entrevistado com cada item de afirmação, sendo que a resposta deve ser indicada pela assinalação de um “X” em uma escala de 1 a 5.

Referências:

LEED-NC/2009

Decreto nº 5.940/2006;

Instrução Normativa SLTI/MPOG nº 1/2010.

LEGENDA

(1) Totalmente inválida: Significa que o fundamento descrito na afirmativa é integralmente não aplicado.

(2) Parcialmente inválida: Significa que o fundamento descrito na afirmativa é parcialmente aplicado, porém, em sua minoria.

(3) Neutra: Significa que não há como afirmar a proporção de aplicação do fundamento descrito na afirmativa.

(4) Parcialmente válida: Significa que o fundamento descrito na afirmativa é parcialmente aplicado, porém, em sua maioria.

(5) Totalmente válida: Significa que o fundamento descrito na afirmativa é integralmente aplicado.

1. Na concepção dos projetos tem sido incluídos critérios de sustentabilidade ambiental que levem em consideração os processos de extração ou fabricação, utilização e descarte dos produtos e matérias primas.

Níveis de Avaliação:

(1) Totalmente inválida	<input type="checkbox"/>
(2) Parcialmente inválida	<input type="checkbox"/>
(3) Neutra	<input type="checkbox"/>
(4) Parcialmente válida	<input type="checkbox"/>
(5) Totalmente válida	<input type="checkbox"/>

2. Em uma análise das edificações construídas nos últimos cinco anos, os projetos atualmente elaborados consideram o menor consumo de matéria-prima e materiais com conteúdo reciclável.

Níveis de Avaliação:

(1) Totalmente inválida	<input type="checkbox"/>
(2) Parcialmente inválida	<input type="checkbox"/>
(3) Neutra	<input type="checkbox"/>
(4) Parcialmente válida	<input type="checkbox"/>
(5) Totalmente válida	<input type="checkbox"/>

3. A especificação dos materiais é feita dando-se preferência àqueles fabricados por fonte não poluidora bem como por materiais que não prejudicam a natureza (ex. produtos de limpeza biodegradáveis)

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (3) Neutra | <input type="checkbox"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="checkbox"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="checkbox"/> |

4. Nos procedimentos licitatórios realizados, tem sido considerada a existência de certificação ambiental por parte das empresas participantes e produtoras (ex: ISO), como critério avaliativo ou mesmo condição na aquisição de produtos e serviços.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (3) Neutra | <input type="checkbox"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="checkbox"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="checkbox"/> |

5. Nas últimas licitações, a instituição contratou obras que colaboram para o menor consumo de energia e/ou água (ex: torneiras automáticas, lâmpadas econômicas).

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="text"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="text"/> |
| (3) Neutra | <input type="text"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="text"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="text"/> |

6. Na contratação de obras existe uma preferência pela aquisição de materiais passíveis de reutilização, reciclagem ou reabastecimento.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="text"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="text"/> |
| (3) Neutra | <input type="text"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="text"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="text"/> |

7. Na contratação de obras é levado em consideração os aspectos de durabilidade e qualidade dos materiais empregados na edificação.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (3) Neutra | <input type="checkbox"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="checkbox"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="checkbox"/> |

8. Os projetos básicos ou executivos, na contratação de obras e serviços de engenharia, possuem exigências que levem à economia da manutenção e operacionalização da edificação, à redução do consumo de energia e água e à utilização de tecnologias e materiais que reduzam o impacto ambiental.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (3) Neutra | <input type="checkbox"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="checkbox"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="checkbox"/> |

9. No canteiro de obras ocorre separação dos resíduos recicláveis descartados, bem como sua destinação, como referido no Decreto nº 5.940/2006.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="text"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="text"/> |
| (3) Neutra | <input type="text"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="text"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="text"/> |

10. Nos últimos anos, a instituição promoveu campanhas entre os servidores visando diminuir o consumo de água e energia elétrica.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="text"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="text"/> |
| (3) Neutra | <input type="text"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="text"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="text"/> |

11. São considerados os aspectos ambientais na ocasião da seleção do terreno onde será construída a edificação.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="text"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="text"/> |
| (3) Neutra | <input type="text"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="text"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="text"/> |

12. O plano diretor prevê o máximo aproveitamento da área verde natural do terreno, bem como o mínimo de movimentação de terra.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="text"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="text"/> |
| (3) Neutra | <input type="text"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="text"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="text"/> |

13. A localização do terreno permite o acesso à comunidade, bem como ao transporte público.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="text"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="text"/> |
| (3) Neutra | <input type="text"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="text"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="text"/> |

14. O plano diretor prevê áreas para instalação de bicicletários e vestiários.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="text"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="text"/> |
| (3) Neutra | <input type="text"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="text"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="text"/> |

15. O plano diretor contempla áreas suficientes de vagas de estacionamento para atender a demanda projetada.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (3) Neutra | <input type="checkbox"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="checkbox"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="checkbox"/> |

16. Na concepção dos projetos é levado em consideração medidas que colaboram com prevenção da poluição na atividade de construção civil.

Níveis de Avaliação:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| (1) Totalmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (2) Parcialmente inválida | <input type="checkbox"/> |
| (3) Neutra | <input type="checkbox"/> |
| (4) Parcialmente válida | <input type="checkbox"/> |
| (5) Totalmente válida | <input type="checkbox"/> |